ANA-MAGDALENA BRATU

CONSTANTIN ZAHARIA

RADIOIMAGISTICĂ MEDICALĂ

RADIOFIZICĂ și TEHNICĂ

AUTORI

Ana-Magdalena Bratu
Danisia Haba
Iulia A. Sălcianu
Silvia Șovăilă
Victorița Ștefănescu
Constantin Zaharia
Bogdan V. Popa
Adrian P. Purcărea
Monica Popiel
Costin A. Minoiu

Au colaborat:
Crina Gheorghe
Graziella Grozavu
Alexandra Ciolănel



EDITURA UNIVERSITARĂ „CAROL DAVILA"
BUCUREȘTI, 2016

ISBN: 978-973-708-901-4

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
BRATU, ANA-MAGDALENA
Radioimagistică medicală : radiofizică şi tehnică / Ana Magdalena Bratu, Constantin Zaharia. - Bucureşti : Editura Universitară Carol Davila, 2016

Conţine bibliografie
ISBN 978-973- 708-901- 4

I. Zaharia, Constantin

616-073.7

Editura Universitară „Carol Davila" Bucureşti a U.M.F. „Carol Davila" Bucureşti este acreditată de Consiliul Naţional al Cercetării Ştiinţifice din Învăţământul Superior (CNCSIS), cu avizul nr. 11/23.06.2004.

În conformitate cu prevederile Deciziei Nr. 2/2009 a Consiliului Naţional al Colegiului Medicilor din România, privind stabilirea sistemului de credite de educaţie medicală continuă, pe baza căruia se evaluează activitatea de perfecţionare profesională a medicilor, a criteriilor şi normelor de acreditare a educaţiei medicale continue, precum şi a criteriilor şi normelor de acreditare a furnizorilor de educaţie medicală continuă, Colegiul Medicilor din România acreditează (recunoaşte) EDITURA UNIVERSITARĂ „CAROL DAVILA" BUCUREŞTI ca furnizor de EMC.

CUPRINS

Introducere 1

Capitol I. NOŢIUNI DE RADIOFIZICĂ 3
C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu
I.1. Noţiuni de fizică a atomului 3
I.2. Fizica radiaţiilor X 5
I.3. Proprietăţile razelor X utilizate în radiodiagnostic 6

Capitol II. FORMAREA IMAGINII RADIOLOGICE 11
Ana Magdalena Bratu
II.1. Legile fizice ale formării imaginii 12
II.2. Filmul radiografic 16
II.3. Developare 17
II.4. Calitatea filmului radiografic 19
II.5. Factori de calitate în aprecierea imaginii radiografice 19
II.6. Ecranul întăritor 20

Capitol III. NOŢIUNI DE RADIOPROTECŢIE 25
C. Zaharia, Silvia Şovăilă

Capitol IV. SUBSTANŢELE DE CONTRAST 35
Ana Magdalena Bratu, A. P. Purcărea
IV.1. Generalităţi 35
IV.2. Substanţele de contrast utilizate în radiologia convenţională 36
IV.3. Substanţele de contrast utilizate în tomografia computerizată 38
IV.4. Reacţii adverse apărute la administrarea intravasculară de substanţe de contrast iodate 39
IV.5. Metode de prevenire şi combatere a incidentelor şi accidentelor post-administrare a substanţelor de contrast 41
IV.6. Substanţele de contrast utilizate în ecografie 44
IV.7. Substanţele de contrast utilizate în rezonanţa magnetică (IRM) 44
IV.8. Rolul asistentei în administrarea substanţelor de contrast intravenoase 46

Capitolul V. APARATUL DE RADIOLOGIE CONVENŢIONALĂ 47
C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu
V.1. Componenţa aparatului de radiologie 47
V.2. Tipuri de aparate radiologice 53

Capitol VI. ECOGRAFIA 55
Iulia Alecsandra Sălcianu
VI.1. Generalități 55
VI.2. Proprietățile undelor ultrasonore 56
VI.3. Principiul ultrasonografiei 58
VI.4. Aparatul de ecografie 60
VI.5. Tipuri de investigare ecografică 64
VI.6. Avantajele și dezavantajele ecografiei 68
VI.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală în ecografie 69

Capitol VII. TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ 71
Ana Magdalena Bratu, Iulia Alecsandra Sălcianu
VII.1. Noțiuni de radiofizică în tomografia computerizată 71
VII.2. Aparatura de tomografie computerizată – principii generale 73
VII.3. Formarea imaginii 77

Capitol VIII. IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ 81
Ana Magdalena Bratu
VIII.1. Noțiuni de fizică 81
VIII.2. Aparatura de rezonanță magnetică 85
VIII.3. Indicațiile I.R.M. 87
VIII.4. Contraindicațiile I.R.M. 88

Capitol IX. NOȚIUNI DE RADIOLOGIE INTERVENȚIONALĂ VASCULARĂ ȘI NON-VASCULARĂ 90
B.V. Popa, Monica Popiel, C.A. Minoiu
IX.1. Generalități 90
IX.2. Rolul asistentul medical în pregătirea sălii de angiografie și a pacientului pentru intervenție 93
IX.3. Tehnica metodei angiografice 93
IX.4. Tipuri de angiografii 94
IX.5. Proceduri diagnostice și terapeutice nonvasculare 99
IX.6. Contraindicațiile generale ale angiografiei 100

Capitol X. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A CRANIULUI 105
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
X.1. RADIOANATOMIA CRANIULUI 105
X.2. REPERE ANATOMICE LA NIVEL CRANIAN 106
X.3. TEHNICI DE EXPLORARE A CRANIULUI 107
X.3.1.Explorarea radiologică convențională 107
1. Radiografia de craniu de față 107
1.1. Radiografia craniului de față incidență postero-anterioară 107
1.2. Radiografia craniului de față incidență antero-posterioară 108
2. Radiografia craniului de profil 108
3. Radiografia craniului incidența axială (Hirtz) 109
4. Radiografii în incidențe special 110
4.1. Radiografia pentru șaua turcească 110
4.2. Incidența Chausse (antro-adito-timpanală) 110
4.3. Incidența laterală pentru apofiza stiloidă 111
4.4. Incidența Stenwers (occipito-zigomatică) 111
4.5. Radiografia regiunii petro-mastoidiene (temporo-timpanică, Schuller) 112
4.6. Incidența pentru sinusurile anterioare ale feței 112
4.7. Incidența semiaxială a masivului facial 113
4.8. Incidența comparativă bilaterală pentru arcada zigomatică (May) 113
4.9. Incidența de profil a masivului facial 114
4.10. Incidența pentru orbite 114
4.11. Incidența de profil a oaselor nazale 114
4.12. Incidența oblică a mandibulei 115
4.13. Incidența pentru mandibulă de față 116
X.3.2. Examenul computertomografic al craniului 116
X.3.3. Examenul prin rezonanță magnetică al craniului 118

Capitol XI. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A COLOANEI VERTEBRALE 119
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
XI.1. RADIOANATOMIA COLOANEI VERTEBRALE 119
XI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A COLOANEI VERTEBRALE 120
XI.2.1. Explorarea radiologică convențională 120
1. Radiografia de atlas și axis 120
2. Radiografia coloanei cervicale 121
2.1. Radiografia coloanei cervicale incidența de profil 121
2.2. Radiografia coloanei cervicale incidența de față 121
2.3. Radiografia coloanei cervicale incidența de trei sferturi 122
3. Radiografia joncțiune cervico-toracală 123
4. Radiografia coloanei toracale 123
4.1. Radiografia coloanei toracice de profil 123
4.2. Radiografia coloanei toracice de față 124
5. Radiografia coloanei lombare 125
5.1. Radiografia coloanei lombare de profil 125
5.2. Radiografia coloanei lombare de față 125
6. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian 126
6.1. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de profil 126
6.2. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de față 127

7. Mielografia 127
XI.2.2. Examenul computertomografic al coloanei vertebrale 127
XI.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică a coloanei vertebrale 128

Capitol XII. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A TORACELUI 130
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
XII.1. RADIOANATOMIA TORACELUI 130
XII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A TORACELUI 131
XII.2.1. Explorarea radiologică convenţională 131
1. Radiografia sternului 131
1.1. Radiografia sternului de faţă în incidenţa postero-anterioară cu raza centrală oblică 131
1.2. Radiografia sternului de profil 132
2. Radiografia de torace osos 132
2.1.Radiografia toracelui osos de faţă (grilaj costal) 132
2.2.Radiografia toracelui osos de profil 133
3. Explorarea radiologică a plămânilor, cordului şi mediastinului 133
3.1. Radiografia pulmonară de faţă incidenţa postero-anterioară 133
3.2. Radiografia pulmonară de faţă incidenţa antero-posterioară 134
3.3. Radiografia pulmonară de faţă incidenţa antero-posterioară, în decubit dorsal 134
3.4. Radiografia pulmonară de profil 135
3.5. Radiografia pulmonară în incidenţe oblice 135
3.6. Radiografia pulmonară de faţă în decubit lateral, cu rază orizontală 136
3.7. Radiografia pulmonară de faţă incidenţa antero-posterioară, pentru vârfuri 136
XII.2.2. Examenul computertomografic a toracelui 137
XII.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică a toracelui 138

Capitol XIII. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI DIGESTIV 139
Ana Magdalena Bratu, A.P. Purcărea
XIII.1. RADIOANATOMIA APARATULUI DIGESTIV 139
1.1. Noţiuni de anatomie radiologică a tubului digestiv 139
1.2. Noţiuni de anatomie radiologică a glandelor anexe 142
XIII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI DIGESTIV 144
XIII.2.1 .Explorarea radiologică convenţională 144
1. Examenul radiografic fără substanţă de contrast 144
1.1. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism 145
1.2. Radiografia abdominală pe gol în decubit lateral, cu raza orizontală 145
1.3. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism de profil 146
2. Examen radiologic cu substanţă de contrast 146
2.1. Tehnica explorării fluoroscopice a faringelui 147
2.2. Tehnica explorării fluoroscopice a esofagului 148
2.3. Tehnica explorării fluoroscopice a stomacului şi duodenului 149
2.4. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului subţire 149
2.5. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului gros (irigografie) 150
XIII.2.2. Examenul computertomografic a aparatului digestiv 151
XIII.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică a aparatului digestiv 152

Capitol XIV. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI UROGENITAL 154
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
XIV.1. NOŢIUNI DE RADIOANATOMIE APARAT UROGENITAL 154
XIV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI UROGENITAL 159
XIV.2.1. Explorarea radiologică convenţională 159
1. Examenul radiologic al aparatului urinar 159
1.1. Radiografia reno-vezicală simplă (RRVS) 159
1.2. Urografia intravenoasă (UIV) 160
1.3. Cistografia în incidenţă antero-posterioară 161
1.4. Cistografia în incidenţă oblică 161
1.5. Cistografia în incidenţă de profil 162
1.6. Uretrografia micţională la bărbat 162
1.7. Uretrografia micţională la femeie 162
2. Urografia intravenoasă (UIV) 162
2.1. Contraindicaţii absolute 162
2.2. Pregătirea bolnavului pentru examenul urografic 163
2.3. Rolul asistentului în efectuarea examenului urografic 163
3. Examenul radiologic al aparatului genital 163
XIV. 2.2. Examenul computertomografic a aparatului urogenital 164
XIV. 2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică a aparatului urogenital 165

Capitol XV. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A MEMBRULUI SUPERIOR 167
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
XV.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI SUPERIOR 167
XV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A CENTURII SCAPULARE ŞI MEMBRULUI SUPERIOR LIBER 171
XV.2.1. Explorarea radiologică convenţională 171
1. Radiografia omoplatului 171
1.1. Radiografia omoplatului în poziţie de faţă 171
1.2. Radiografa omoplatului în poziţie laterală (profil) 172
2. Radiografia claviculei 172
2.1. Radiografia claviculei unilateral în incidenţă postero-anterioară 172

3. Radiografia articulației scapulo-humerale 173
3.1. Radiografia articulației scapulo-humerale de față în incidență antero-posterioară 173
3.2. Radiografia articulației scapulo-humerale de profil 174
4. Radiografia humerusului 175
4.1. Radiografia humerusului de față 175
4.2. Radiografia humerusului de profil cu pacientul în clinostatism 175
5. Radiografia articulației cotului 176
5.1. Radiografia articulației cotului de față 176
5.2. Radiografia articulației cotului de profil 177
5.3. Radiografia olecranului 178
6. Radiografia oaselor antebrațului 178
6.1. Radiografia oaselor antebrațului de față în incidență antero-posterioară 178
6.2. Radiografia oaselor antebrațului de profil 179
7. Radiografia articulației pumnului 179
7.1. Radiografia articulației pumnului de față 179
7.2. Radiografia articulației pumnului de profil 180
7.3. Radiografia articulațiilor pumnilor, comparativă 181
7.4. Radiografia scafoidului de față (poziția scriitorului) 181
7.5. Radiografia scafoidului de profil 181
7.6. Radiografia osului cu cârlig (hamat) – incidență specială 182
8. Radiografia mâinii și a degetelor 182
8.1. Radiografia mâinii de față 182
8.2. Radiografia mâinilor bilateral de față 183
8.3. Radiografia mâinii de profil 183
8.4. Radiografia mâinilor bilateral de profil 183
8.5. Radiografia mâinii în poziție semilaterală 184
8.6. Radiografia policelui de față în incidență palmo-dorsală 184
8.7. Radiografia policelui de față în incidență dorso-palmară 185
8.8. Radiografia policelui de profil 185
8.9. Radiografia indexului de profil 186
XV.2.2. Examenul computertomografic a membrului superior 186
XV.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a membrului superior 187

Capitol XVI. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A MEMBRULUI INFERIOR 188
Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia
XVI.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI INFERIOR 188
XVI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A MEMBRULUI INFERIOR 193
XVI.2.1. Examenul radiologic convențional 193
1. Radiografia bazinului 194
1.1. Radiografia bazinului de ansamblu 194
1.2. Radiografia osului iliac de profil 195
1.3. Radiografia pubisului 195
1.4. Radiografia articulațiilor sacroiliace bilaterală 196
2. Radiografia articulației coxo-femurale 196
2.1. Radiografia articulației coxo-femurale de față bilateral 196
2.2. Radiografia articulației coxo-femurale de față unilateral 197
2.3. Radiografia articulației coxo-femurale de profil 197
3. Radiografia femurului 198
3.1. Radiografia femurului de față 198
3.2. Radiografia femurului de profil 199
4. Radiografia genunchiului 199
4.1. Radiografia genunchiului de față unilateral 199
4.2. Radiografia genunchiului de față bilateral 200
4.3. Radiografia genunchiului de profil 200
5. Radiografia rotulei 201
5.1. Radiografia rotulei de față, incidență postero-anterioară (Didiee 201
5.2. Radiografia rotulei de profil 201
5.3. Radiografia rotulei incidență oblică postero-anterioară 202
5.4. Radiografia rotulei incidență axială 202
6. Radiografia gambei 202
6.1. Radiografia gambei de față 202
6.2. Radiografia gambei de profil 203
7. Radiografia articulației tibio-tarsiene (gleznă) 204
7.1. Radiografia articulației tibio-tarsiene de față 204
7.2. Radiografia articulației tibio-tarsiene de profil 204
8. Radiografia plantei 205
8.1. Radiografia plantei de față 205
8.2. Radiografia plantei de profil 206
9. Radiografia calcaneului 206
9.1. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială descendentă 206
9.2. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială ascendentă 207
XVI.2.2. Examenul computertomografic a membrului inferior 207
XVI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică a membrului inferior 208

Capitol XVII. TEHNICI RADIOIMAGISTICE DE EXPLORARE A SÂNULUI 209
Iulia Alecsandra Sălcianu
XVII.1. Noțiuni de radioanatomie a sânului 209
XVII.2. Mamografia diagnostică 211
XVII.3. Principalele incidențe ale mamografiei 213
XVII.4. Alte tipuri de examinări mamografice 216
XVII.5. Ecografia mamară 218
XVII.6. Imagistica prin rezonanță magnetică a sânului 219
XVII.7. Rolul asistentului de radiologie și imagistică medicală 219

Capitol XVIII. PARTICULARITĂŢI ALE EXAMINĂRII RADIOIMAGISTICE LA SUGAR ŞI COPIL 222
Victoriţa Ştefănescu

Capitol XIX. EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ ÎN STOMATOLOGIE
Danisia Haba 231
XIX.1. Numerotarea dinţilor 231
XIX.2. Aparate röentgen dentare 233
2.1. Părţile componente ale aparatului röentgen dentar 233
2.2. Radiografia dentară digitală 234
XIX.3. Filmul radiologic dentar şi prelucrarea acestuia 235
3.1. Filmul radiologic 235
3.2. Developarea automată 238
XIX.4. Ortopantomografia 238
XIX.5. Teleradiografia 241
5.1. Aparate roentgen folosite pentru teleradiografii 242
XIX.6. CONE BEAM CT-ul sau tomografia volumetrică cu fascicol conic 243
6.1. Principiul metodei 244
6.2. Aparate roentgen folosite pentru CBCT 246
XIX.7. Tehnici radiologice utilizate în stomatologie 246
7.1. Tehnici radiografice periapicale 246
7.1.1. Tehnica bisectoarei 246
7.1.2. Tehnica planurilor paralele 256
7.1.3. Tehnica bitewing (interproximală) 266
7.2. Tehnici ocluzale 269
7.2.1. Tehnica Belot 269
7.2.2.Tehnica Simpson 272

Capitol XX. ATRIBUŢIILE ŞI COMPETENŢELE PROFESIONALE ALE ASISTENTULUI DE RADIOLOGIE 275
C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

Bibliografie 283

ORDINUL ASISTENŢILOR MEDICALI GENERALIŞTI
MOAŞELOR ŞI ASISTENŢILOR MEDICALI
DIN ROMÂNIA

Tel: 021-224.00.55
Tel+fax: 021-224.00.25/75
e-mail: secretariat@oamr.ro
Website: www.oamr.ro

Cuvânt înainte

Radiologia şi Imagistica Medicală reprezintă unele dintre cele mai complexe şi dinamice specialităţi medicale aflate în continuă expansiune informaţională datorită dezvoltării tehnologiei computerizate şi a noilor tehnici de explorare radiologică.

Permanent preocupaţi de atingerea celor mai înalte standarde de pregătire profesională pentru asistenţii medicali din domeniul radiologiei şi al imagisticii medicale, Ordinul Asistenţilor Medicali Generalişti, Moaşelor şi Asistenţilor Medicali din România contribuie cu cele mai noi informaţii la îmbogăţirea cunoştinţelor de specialitate utilizate de colegii noştri în activitatea lor la locul de muncă.

Astfel, pe baza unei bogate şi îndelungate experienţe a autorilor, cartea redă prin conţinutul său, date şi informaţii riguros şi ştiinţific prezentate, devenind astfel punct de referinţă atât în formarea viitorilor asistenţi medicali în specialitate, cât şi a profesioniştilor care deja îşi exercită profesia în secţiile de radiologie şi imagistică medicală.

Această carte reprezintă rodul colaborării Ordinului Asistenţilor Medicali Generalişti, Moaşelor şi Asistenţilor Medicali din România cu Prof. Univ. Dr. CONSTANTIN ZAHARIA şi Dr. ANA MAGDALENA BRATU care ne-au susţinut permanent şi cărora le mulţumim pentru sprijinul acordat şi pentru efortul depus în crearea condiţiilor cât mai favorabile de acces la ştiinţă şi profesie.

Preşedinte
Mircea Timofte

Strada Ing. Zablovschi, nr. 76, sector 1, cod poştal 011312, Bucureşti, România
Operator de date cu caracter personal nr. 11308
CIF: 15346984

Introducere

Radiologia şi imagistica medicală a devenit, din ce în ce mai mult, o piesă importantă în algoritmul diagnostic al oricărei afecţiuni. Din această cauză Organizaţia Mondială a Sănătăţii a emis Recomandări privind gestul diagnostic de primă intenţie. Acestea consideră că procedura trebuie:

- să poarte cea mai mare cantitate de informaţii.

Ce semnificaţie are această aserţiune? Din întreaga gamă de tehnici radioimagistice trebuie aleasă acea metodă care, ea singură, poate orienta cel mai rapid, eventual direct, diagnosticul.

- să fie cel mai puţin iradiantă.

Aceasta înseamnă că din întreaga gamă de tehnici radioimagistice trebuie aleasă acea metodă care să iradieze cel mai puţin pacientul, bineînţeles fără să influenţeze diagnosticul. Nu trebuie uitat că deja expunerea radiologică medicală depăşeşte 32% din iradierea generală a oamenilor.

- să fie cea mai la îndemână.

În vederea obţinerii unui diagnostic, pacientul nu trebuie transportat, pe cât posibil, dintr-o unitate sanitară în alta doar de dragul de a fi îndeplinite recomandările deja prezentate mai sus.

- să poată fi urmată de măsuri terapeutice adecvate.

Această îndrumare recomandă ca pacientul să intre în lanţul diagnostic doar acolo unde, urmare gestului diagnostic, să poată fi luate măsurile terapeutice cele mai indicate.

Descoperirea razelor X în anul 1895 a reprezentat începutul unor schimbări revoluţionare în modul nostru de a înţelege lumea fizică.

În timp ce era rector la Universitatea Wurtsburg, Wilhelm Conrad Röntgen a efectuat experimente cu radiaţiile catodice, folosind un tub Crookes. El a observat că un ecran acoperit cu un strat de sare de bariu care se află în apropiere devenea strălucitor ori de câte ori în tub se producea o descărcare. Când a pus mâna în dreptul petei fluorescente de pe peretele tubului Crookes, pe ecran a apărut conturul slab al mâinii şi al oaselor palmei, iar când a aşezat o geantă s-a putut vedea clar conturul acesteia.

Cu trei zile înainte de Crăciun, şi-a chemat soţia în laborator, unde cu ajutorul unei plăci fotografice învelite în hârtie neagră obţine „prima fotografie a mâinii fără carne" (fig. 1), o imagine a oaselor mâinii soţiei sale cu tot cu inelul ei pe deget. Era emisă o nouă radiaţie care putea să străbată cu uşurinţă materialele care erau opace pentru lumina obişnuită. A denumit-o „radiaţie X" datorită naturii sale încă necunoscute.



Figura 1. Prima fotografie „a mâinii fără carne” obținută de Wilhelm Conrad Röntgen

Röntgen a anunțat descoperirea pe data de 28 decembrie 1895. Aplicațiile acestor radiații sunt folosite astăzi în mai multe domenii, nu numai în medicină.

În România primele radiografii au fost efectuate în Spitalul Colțea din București (fig. 2). Tradiția învățământului de radiologie din acest spital s-a perpetuat până în zilele noastre, spitalul Colțea găzduind una din clinicile de radiologie de renume din România.



Figura 2. Spitalul Clinic Colțea București

Atunci când imaginea a fost inițiată ca urmare a utilizării altor agenți fizici decât radiațiile X în medicină a apărut un alt termen – imagistica medicală. Aceasta include tehnici ca ecografia și imagistica prin rezonanță magnetică. În România gruparea acestor metode sub titulatura de imagistică medicală este legată de numele prof. Dr. Ș.A. Georgescu.

Capitol I

NOȚIUNI DE RADIOFIZICĂ

C. Zaharia, Ana-Magdalena Bratu

I.1. Noțiuni de fizică a atomului

În limba greacă veche, cuvântul atom era folosit pentru a descrie cea mai mică parte dintr-o substanță. Această "particulă fundamentală", după cum este denumit astăzi atomul, era considerată indestructibilă; de fapt, cuvântul grecesc atom înseamnă indivizibil.

Odată cu apariția cercetării științifice experimentale (în sec. XVI-XVII e.n.), procesul de cunoaștere a teoriei atomice a progresat rapid. Chimiștii au realizat atunci că toate substanțele, indiferent de starea lor de agregare, pot fi analizate până la cele mai mici componente elementare. De exemplu, s-a descoperit că sarea este compusă din două elemente distincte, sodiul și clorul, combinate. S-a descoperit de asemenea că aerul este un amestec de azot și oxigen.

Atomul este deci cea mai mică unitate materială care păstrează caracteristicile elementului chimic. El este într-un echilibru electric.

Orice atom este alcătuit dintr-un nucleu, care însumează totalitatea protonilor și neutronilor, în jurul căruia gravitează un număr de electroni care formează norul electronic.

Protonul este particula atomică nucleară a cărei masă este egală cu aceea a nucleului de hidrogen și a cărei sarcină electrică este egală cu aceea a electronului, dar de semn contrar.

Neutronul este particula atomică nucleară care are o masă egală cu cea a protonului, dar nu posedă sarcină electrică.

Electronul este cea mai mică particulă atomică elementară, cu masă neglijabilă și sarcină electrică negativă.

În fizică şi chimie, numărul atomic al unui element chimic reprezintă de fapt numărul de protoni din nucleul atomilor acelui element şi se notează de obicei cu Z. Numărul de electroni este egal, în cazul unui atom neutru din punct de vedere electric, cu numărul de protoni. Poziţia elementelor chimice în sistemul periodic al elementelor este determinată de numărul Z, motiv pentru care acesta se mai numeşte şi număr de ordine.

Iniţial, elementele chimice erau ordonate în funcţie de masa atomică. Când Mendeleev a grupat elementele cunoscute la vremea lui în funcţie de similarităţile lor chimice, a observat că în unele locuri ordonarea după masa atomică ducea la nepotriviri. De exemplu, iodul şi telurul se integrau mai bine în tabel dacă ordinea lor era inversată. Această observaţie a dus la concluzia că nu masa atomică determină proprietăţile chimice ale elementelor, ci o altă mărime, necunoscută atunci, care doar era aproximativ corelată cu masa atomică. Printr-o serie de experimente de difracţie de raze X, Moseley a constatat că mărimea căutată era sarcina electrică a nucleului, adică numărul de protoni ai acestuia. Abia mai târziu s-a pus în evidenţă faptul că în nucleu există şi particule fără sarcină electrică, neutronii, care împreună cu protonii determină masa atomică. Atomi ai aceluiaşi element chimic pot adesea să aibă un număr variabil de neutroni, fără ca proprietăţile chimice să fie sensibil diferite. Speciile de atomi cu acelaşi număr de protoni în nucleu, dar cu numere de neutroni diferite se numesc izotopi. Un exemplu este atomul de carbon (C), care are numeroşi izotopi. Dintre aceştia, izotopul cu cea mai mare abundenţă în natură (98.89%) este ^{12}C (6 neutroni şi 6 protoni). Masa absolută a izotopului ^{12}C este etalon pentru definirea unităţii atomice de masă, care este a 1/12 parte din masa absolută (exprimată în kilograme) a izotopului ^{12}C. Unul dintre izotopii instabili, radioactivi, ai carbonului este ^{14}C (8 neutroni) şi este folosit de exemplu în arheologie pentru datarea cu carbon a materialelor biologice (lemn, os, etc.) cu o vechime de până la aproximativ 60.000 de ani. Numărul de masă reprezintă suma dintre numărul de protoni şi numărul de neutroni din nucleul atomic, notat cu A. Acesta este un număr întreg, pentru orice specie de atomi.

Modelul Rutherford (1911) al structurii atomice situează nucleul în centru, electronii gravitând în jurul său, pe orbite, care formează straturile electronice.

I.2. Fizica radiaţiilor X

Radiaţiile sunt un mod special de mişcare a materiei. În funcţie de modul propagării şi proprietăţile lor, distingem:

- radiaţii electromagnetice sau ondulatorii
- radiaţii corpusculare

Prin definiţie radiaţia electromagnetică constă în emisia de unde electromagnetice care permit transmisia informaţiei, respectiv a energiei, la distanţă. Totalitatea frecvenţelor (lungimilor de undă) posibile pentru unda electromagnetică constituie spectrul electromagnetic.

Spectrul radiaţiilor electromagnetice (fig. 3) este împărţit după criteriul lungimii de undă în câteva domenii, de la frecvenţele joase spre cele înalte:

- radiaţiile (undele) radio
- microunde
- radiaţii infraroşii
- radiaţii luminoase
- radiaţii ultraviolete
- radiaţii X (Röntgen)
- radiaţii "γ" (gamma - literă greacă)

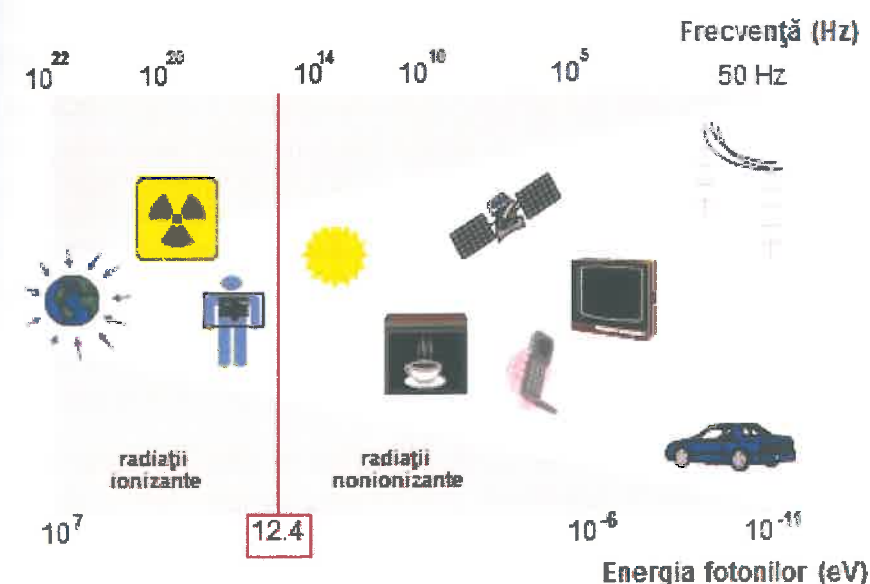


Figura 3. Spectrul electromagnetic

Se deosebesc între ele prin lungimea lor de undă şi prin frecvenţă. Cu cât lungimea lor de undă este mai scurtă, cu atât energia radiaţiilor (duritatea lor) este mai mare.

Radiaţiile corpusculare sunt generate de particule (încărcate electric) direct ionizante, ca razele alfa şi beta ale radiului şi corpilor radioactivi; electronii, mezonii, protonii, deutronii şi alte particule.

Razele X sunt de fapt unde electromagnetice, alcătuite din fotoni. Ele au o lungime de undă cuprinsă între 0,1-150 Å.

Un angstrom (1 Å) este a 10.000 parte dintr-un micron, deci este egal cu 1/10.000.000 dintr-un milimetru.

Razele X utilizate în scopuri medicale au lungimea de undă cuprinsă 0,06-8 Å, ceea ce le conferă o penetrabilitate mare. Penetrabilitatea este cea mai importantă proprietate a razelor X, care le face deosebit de utile în practica medicală.

Se consideră că razele X se propagă cu o viteză de 300.000 Km pe secundă. Această viteză de propagare este valabilă pentru propagarea fasciculului în vid.

Razele X au proprietăţi fizice, chimice şi biologice.

I.3. Proprietăţile razelor X utilizate în radiodiagnostic

Propagare sub forma de fascicul conic.

Razele X se produc la nivelul anodului şi se propagă în mod sferic şi în linie dreaptă în jurul lui. O parte din radiaţii sunt oprite de metalul anodului înclinat faţă de axul tubului şi practic, este utilizat un singur fascicul conic care trece prin deschizătura cupolei şi care este reglat mai mic sau mai mare, cu ajutorul diafragmelor.

În cazul examenului radiologic, baza conului este reprezentată de ecranul radiologic sau de clişeul radiografic, iar vârful conului-punctiform este reprezentat de focarul tubului.

Luminiscenţa

Razele X produc fenomene de luminescenţă atunci când ele cad şi se absorb în anumite substanţe cristaline, semicristaline sau fluide, de exemplu ecrane sau folii care conţin anumite săruri ca tungstat de calciu, sulfură de zinc şi cadmiu, platinocianură de bariu, de calciu, titan sau pământuri rare – godolinium, care emit în zonele albastru şi verde ale spectrului. Absorbţia razelor X care cad pe aceste substanţe schimbă poziţia electronilor pe orbite şi fac ca atomul să treacă în stare de excitaţie.

Revenirea lui la starea fundamentală se face prin emisia energiei absorbite de la fotonii de raze X incidenţi, sub formă de radiaţii de luminescenţă (caracteristice sărurilor respective).

Fenomenele de luminescenţă pe care le produc se caracterizează în general prin întârzierea emisiei luminoase faţă de absorbţia de raze X şi sunt de două feluri: de fluorescenţă şi de fosforescenţă şi ele stau la baza fabricaţiei ecranului radioscopic şi foliilor întăritoare din casetele pentru radiografii precum şi a utilizării cristalelor de scintilaţie din detectoarele de izotopi.

Fluorescenţa reprezintă fenomenul luminescent care nu are remanenţă şi durează numai atât timp cât razele X cad pe ecranul sensibil. Această proprietate este utilizată la construcţia ecranului radioscopic.

Fosforescenţa reprezintă fenomenul luminescent care persistă şi după întreruperea fasciculului de raze X. Această proprietate este folosită la foliile întăritoare care au remanenţă şi impresionează filmul şi după expunerea la razele X, reducându-se astfel doza necesară efectuării radiografiei.

Absorbţie + difuziune = atenuare

Fasciculul de raze X, întâlnind în calea sa corpul omenesc sau diferite alte obiecte, este absorbit în parte. Ca urmare a acestui fenomen intensitatea lui scade, iar energia lui se transformă în radiaţii secundare, lumină, căldură şi fenomene fotochimice.

O parte din fascicul rămâne neabsorbit şi trece mai departe de corpul întâlnit sub forma unui fascicul atenuat.

Absorbţia razelor X comportă două aspecte: aspectul calitativ şi cantitativ.

1. Absorbţia calitativă – constă în formarea radiaţiilor secundare, care alterează calitatea imaginii radiologice.

Razele secundare care rezultă din efectul Compton, efectul Thomson, formarea de perechi de electroni şi efectul fotoelectric, sunt nocive în diagnostic pentru că fac penumbră rezultând o imagine imprecisă, cu contur fluu. Ele sunt utile în radioterapie pentru că îmbogăţesc fasciculul principal şi sporesc doza.

În diagnostic, razele secundare se îndepărtează cu grila antidifuzoare LYSHOLM în radioscopie sau grila POTTER-BUCKY în radiografie, dar şi utilizând un localizator cilindric sau tronconic adaptat la deschiderea cupolei şi prin diafragmarea strânsă a fasciculului incident la plecarea lui din tub cu ajutorul diafragmului. Acesta este un dispozitiv conex cupolei şi centrorului, cu 4 sau 8 volete. De asemenea compresiunea regiunii de examinat, prin care se subţiază părţile moi va reduce difuziunea secundară.

Grila de tip Lysholm sau Potter-Bucky este constituită din lamele de plumb paralele între ele şi separate prin material radiotransparent.

Lamelele de plumb sunt astfel orientate faţă de focarul tubului încât permit trecerea numai pentru fotonii perpendiculari pe film (focalizarea grilei sau a potter-ului).

Radiaţiile secundare care sunt orientate în alte sensuri decât radiaţiile primare directe sunt oprite de lamelele de plumb ale grilei. În timpul expunerii radiografiei, grila cu lamele de plumb se mişcă pentru a evita ca lamelele opace să se vadă pe clişeu (fig. 4).

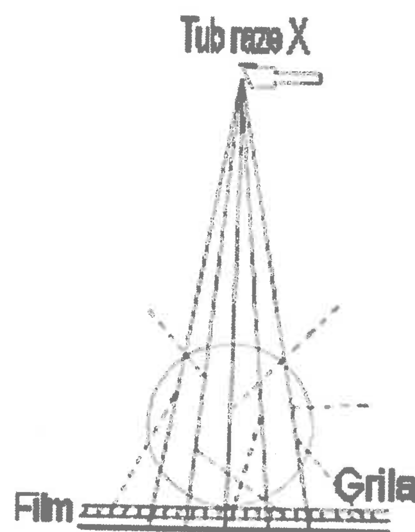


Figura 4. Grilă antidifuzoare - rol

2. Absorbţia cantitativă a razelor X în corpul omenesc depinde de numărul atomic al elementelor (Z), de lungimea de undă, de densitatea ţesuturilor prin care trece fasciculul de raze X şi de grosimea regiunii iradiate.

Conform legii elaborate de Bragg şi Pierce, absorbţia este proporţională cu puterea a patra a numărului atomic. Iată de ce diferitele părţi moi ale corpului omenesc compuse din carbon, hidrogen, oxigen, azot sunt mai transparente la raze X şi absorb mai puţine raze X decât oasele compuse din calciu şi fosfor, elemente care au număr atomic mare. În acest mod se crează contraste între două ţesuturi diferite, între două medii cu structură diferită. Tot datorită absorbţiei, atomii de iod sau de bariu care se găsesc în compoziţia chimică a substanţelor de contrast întrebuinţate în radiologie absorb foarte multe raze X constituind un contrast pozitiv; oxigenul şi aerul sunt întrebuinţate pentru contrast negativ.

Plumbul cu Z=82 în foiţe de anumite grosimi poate opri complet razele X. Din acest motiv plumbul este întrebuinţat pentru confecţionarea dispozitivelor medicale de radioprotecţie ca de exemplu a ecranelor, paravanelor sau şorţurilor de protecţie în radiologie.

Absorbţia este proporţională cu lungimea de undă la puterea a 3-a.

Absorbţia razelor X mai depinde şi de densitatea corpului străbătut. Osul, ficatul, rinichii, sunt mai dense şi absorb mai multe raze X, dar sunt totuşi radioopace.

Absorbţia este direct proporţională cu grosimea regiunii de examinat.

Penetrabilitatea

Este proprietatea fundamentală pe care se bazează utilizarea lor în medicină şi este o calitate definită prin lungimea de undă, determinată de diferenţa de potenţial dintre anod şi catod.

Mărind diferenţa de potenţial, prin sporirea kilovoltajului la bornele transformatorului, se obţin raze X din ce în ce mai dure, cu lungime de undă din ce în ce mai mică şi cu putere de pătrundere din ce în ce mai mare.

Penetrabilitatea este proprietatea razelor X de a străbate corpul uman sau orice obiect ţintă. Lungimea de undă este invers proporţională cu kilovoltajul. Astfel, cu cât se sporeşte kilovoltajul, razele X vor fi de lungime de undă mai mică, deci şi absorbţia va fi mai mică. Razele X obţinute vor fi mai penetrante şi se vor absorbi mai puţin aşa că aproape tot fasciculul va străbate organismul. Cu cât energia electronilor ce se lovesc de anod este mai mare, cu atât fotonii, respectiv razele X care iau naştere au lungimi de undă mai mici şi posibilităţi de penetrabilitate mai mari.

Cu cât viteza electronilor din fasciculul catodic este mai mică, razele X care iau naştere pe anod au lungime de undă mai mare, sunt mai puţin penetrante.

Între 45-60 kV, razele produse sunt raze moi.

Între 60-70 kV razele X sunt de duritate mijlocie.

Între 75-135 kV sunt radiaţii dure.

Efecte biologice

Efectele biologice au la bază proprietatea de ionizare a razelor X. În doze mici radiaţiile au acţiune de biostimulare.

Sub influenţa razelor X toate ţesuturile biologice suferă o serie de modificări în funcţie de doza de radiaţii absorbite care pot merge până la moartea celulei.

Totalitatea reacţiilor de răspuns ale organismelor la acţiunea radiaţiilor ionizante poartă numele de efect radiobiologic.

Radiobiologia necesită punerea în practică a noțiunilor experimentale și conceptuale care merg de la biofizică (natura radiației, modalitatea de expunere, dozimetrie) la aplicațiile la om (radioprotecție, radioterapie, radiopatologie) trecând prin genetică (toxicologie), biologia moleculară (structura genoamelor, enzimologia reparatorie) și biologia celulară (structura și organizarea funcțională).

Radiobiologia se ocupă cu interacțiile radiațiilor ionizante și ultravioletelor asupra materiei vii și consecințele lor:

- biologice;
- de mediu;
- sanitare.

Totalitatea reacțiilor de răspuns ale organismelor la acțiunea radiațiilor ionizante poartă numele de efect radiobiologic.

Efectele biologice ale radiațiilor ionizante sunt datorate transferului de energie care produce excitări sau ionizări ale atomilor.

O singură ionizare în miile de atomi dintr-o macromoleculă duce la modificarea sau alterarea acesteia.

1. Teoria țintei - acțiunea directă asupra ADN-ului care are ca efect lezarea celulei.

Afectarea ADN-ului poate apare la o expunere unică la doze mari sau la expuneri repetate la doze mici.

Efectele prin expunerea la doze mici și repetate a ADN-ului sunt moartea celulei, mutageneza și transformarea malignă.

Se consideră că efectul radiațiilor ionizante este întotdeauna nociv (utilizarea terapeutică se sprijină în primul rând pe efectul distructiv al lor).

2. Teoria radicalilor liberi - acțiunea indirectă a radiațiilor ionizante are loc prin producerea unor radicali liberi cu reactivitate crescută. Apa celulară prin ionizare eliberează ioni hidroxili cu efect oxidant puternic cu formarea concomitentă de hidroxiperoxizi organici și eventual peroxid de hidrogen.

Efectul depinde de cantitatea de radicali formată, leziunea apărând numai când mecanismele fiziologice de neutralizare sunt ineficiente (enzimele reducatoare glutation peroxidaza).

Radiosensibilitatea reprezintă probabilitatea ca o celulă, un țesut sau un organ să sufere un efect în relație cu doza primită.

Cu cât o celulă este mai tânără, mai puțin diferențiată, activă din punct de vedere mitotic cu atât ea este mai radiosensibilă.

Capitol II

FORMAREA IMAGINII RADIOLOGICE

Ana Magdalena Bratu

Imaginea radiografică este de fapt rezultanta interacțiunii dintre fascicolul de fotoni ieșiți din tubul radiogen și care poartă numele de fascicol incident și obiectul de radiografiat (ținta).

Ca urmare a mecanismelor fizice, penetrabilitatea și absorbția, fascicolul incident care traversează ținta își reduce numărul de fotoni și energia lor în raport cu numărul atomic al elementelor chimice ale țintei traversate, densitatea structurii traversate și grosimea acesteia.

Fascicolul care a traversat ținta și care s-a "modulat" după proprietățile ei poartă numele de fascicol rezidual sau fascicol modulat. Acesta ajunge pe filmul radiografic, interacționează chimic cu el și formează ceea ce se numește imagine latentă. Aceasta nu este încă vizibilă pentru ochiul uman.

Radiografia reprezintă de fapt o reproducere țintită a unei regiuni, alese de practician, din corpul uman. Corpul uman este de fapt o structură tridimensională având lungime, lățime și grosime. Imaginea radiografică este o imagine bidimensională, adică are doar lungime și lățime. Asta înseamnă că radiografia este o reprezentare 2D a unei structuri 3D. Grosimea corpului uman, pe care o vom numi de acum obiect de radiografiat sau țintă, este pe imaginea radiografică o reprezentare sumativă a tuturor planurilor ce determină grosimea țintei. Structura histologică și mai ales chimică a corpului uman este diferită în funcție de regiune. Se știe că 70% din corpul uman este apă, structură cu indice de absorbție care este același. Asocierea de molecule și atomi cu Z și A diferit face ca absobția de raze X în corpul uman să fie variabilă. Rezultanta este "o umbră" a segmentului de radiografiat cu grad de opacifiere inegal în raport de structurile traversate. Astfel osul conține foarte mult calciu, ceea ce face el să aibă un indice de absorbție foarte mare, respectiv imaginea radiografică a lui să fie mai opacă decât a mușchiului. Mușchii, organele parenchimatoase abdominale, chiar și creierul au coeficient de absorbție apropiat. Aceasta face ca pe imaginea radiografică aceste structuri să nu poată fi departajate unele față de celelalte. Grăsimea are o densitate mai redusă decât a organelor parenchimatoase. Din această cauză indicele de opacifiere a

grăsimii față de un organ parenchimatos este mai mic. De exemplu rinichiul este învelit într-o structură grăsoasă numită grăsimea lui Gerota. Pe o radiografie abdominală în care rinichiul, mușchiul psoas și straturile musculare parietale au aproximativ aceeași densitate, rinichiul poate să fie bine vizibil și conturat de grăsimea adiacentă în raport cu celelalte structuri. În raport cu grosimea țintei, organele nu au în plan sagital aceeași poziție. Din această cauză ele vor avea o reprezentare radiografică cu dimensiuni variate față de cele reale. Acesta este motivul pentru care se consideră că pe o radiografie convențională nu se pot face măsurători exacte. Aceste principii constituie bazele anatomice ale formării imaginii radiologice.

În interacțiunea dintre fascicolul incident și țintă intervin o serie de principii geometrice care vor determina în final forma, dimensiunile și gradul de înnegrire a imaginii.

Radiațiile X se propagă linear, în linie dreaptă. Corpurile cu care interacționează nu reflectă și nu refractă fascicolul; acesta traversează obiectul țintă formând o „umbră" neomogenă, cu zone mai mult sau mai puțin transparente.

II.1. Legile fizice ale formării imaginii

De fapt fascicolul de radiații este un fascicol conic. Din această cauză dimensiunea imaginii în raport cu dimensiunile țintei este întotdeauna mai mare. Acest principiu poartă numele de **legea proiecției conice** (fig. 5).

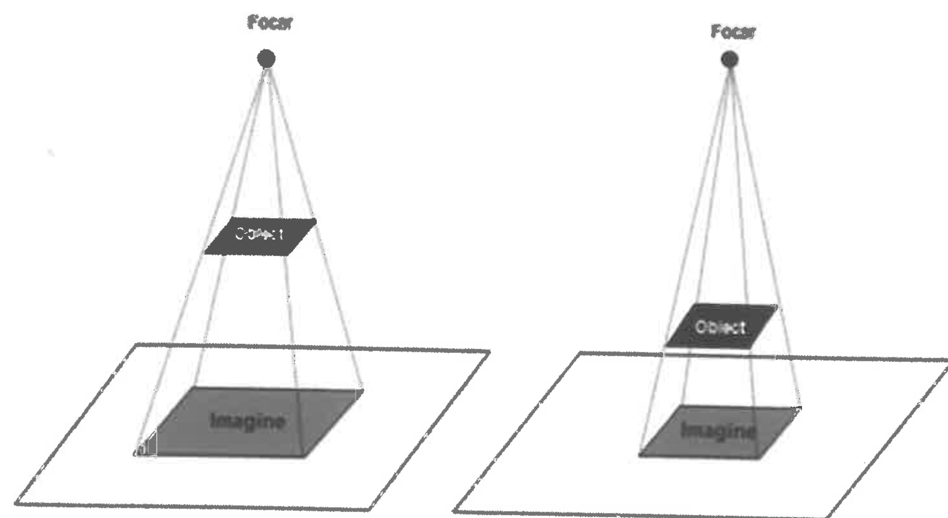


Figura 5. Legea proiecției conice

Conform acestei legi cu cât obiectul țintă se află mai aproape de vârful conului, respectiv focarul real al tubului, cu atât dimensiunile proiecției țintei vor fi mai mari. În

același timp chiar dacă ținta se află în contact direct cu filmul radiografic, dacă se reduce distanța focus-film proiecția radiografică a țintei va avea dimensiuni mai mari.

Legea proiecției conice trebuie bine cunoscută de către cei care utilizează radiațiile X în diagnostic pentru că în acest fel se pot obține imagini mărite. În era radiologiei pretomografie computerizată imaginile radiografice mărite erau des utilizate în diagnosticul radiologic, chiar dacă calitatea imaginii avea de suferit prin mărirea artificială a ei.

Pe o radiografie segmentul de radiografiat se poziționează astfel încât centrul lui să fie cât mai aproape de centrul filmului radiologic. În acest fel se încearcă ca imaginea radiografică a segmentului să fie cât mai puțin distorsionată.

Legea proiecției oblice (fig. 6) este un alt principiu geometric care stă la baza formării imaginii radiografice. Conform acestei legi dacă obiectul țintă nu are planul mediofrontal paralel cu planul filmului și planul mediosagital perpendicular pe planul frontal al filmului rezultatul, respectiv radiografia, va fi o imagine deformată.

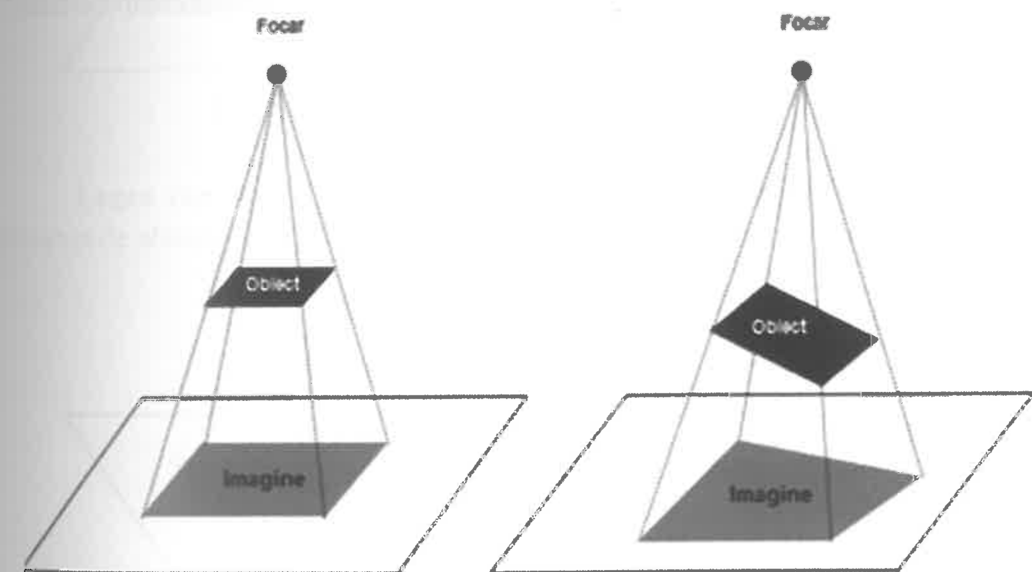


Figura 6. Legea proiecției oblice

În același timp dacă fascicolul are axul într-o proiecție oblică față de planul frontal al filmului, chiar dacă planul mediofrontal al țintei este paralel cu planul filmului, imaginea radiografică va fi tot deformată.

În practică această lege este deosebit de importantă pentru operator atunci când poziționează bolnavul în vederea executării unei radiografii. El trebuie să respecte obligatoriu și să verifice ca planurile obiectului țintă și ale filmului de radiografiat să fie în concordanță cu cele prezentate mai sus.

În acelaşi timp trebuie ţinut cont că ţinta are o grosime proprie, iar imaginea radiografică este de fapt sumaţia planurilor frontale ale ţintei traversate. În perioada când nu exista tomografia computerizată se folosea acest principiu pentru detalierea mai exactă a structurilor aflate în interiorul ţintei.

Acest principiu geometric al imaginii deformate prin oblicizarea axului fascicolului faţă de ţintă poartă numele de **legea paralaxei** (fig. 7). Aceasta stipulează că prin oblicizarea axului fascicolului se obţine detaşarea planurilor sumate din grosimea ţintei, chiar dacă imaginile obţinute sunt deformate. În situaţia în care în timpul executării radiografiei tubul se mişcă concomitent cu filmul radiografic, dar în sensuri opuse, mişcarea realizându-se cu un punct fix ales de operator din grosimea ţintei, se obţine o imagine radiografică cu contururi mai şterse şi cu un "voal" marginal al acelui plan din grosimea ţintei. Imaginea planului în jurul căruia se realizează deplasarea tubului şi a filmului este de fapt o imagine nedeformată. Acesta este principiul tomografiei plane.

Tot legea paralaxei stă şi la baza obţinerii imaginii în tomografia computerizată.

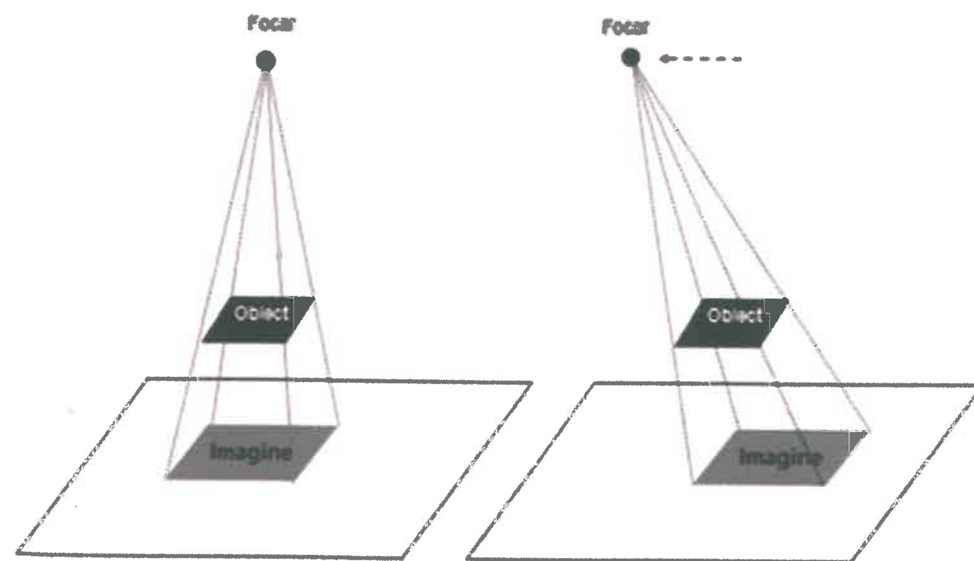


Figura 7. Legea paralaxei

Un alt principiu geometric al formării imaginii este **legea proiecţiei ortograde (tangenţială)** (fig. 8). Aceasta stipulează că în situaţia în care planul frontal al ţintei este perpendicular pe planul filmului, iar axul fascicolului este şi el perpendicular pe planul filmului, imaginea radiografică obţinută este de fapt reproducerea biplană a grosimii ţintei. Practic acesta este de fapt principiul radiografiei "de profil". Operatorul trebuie să respecte această lege, adică atunci când execută o astfel de

radiografie trebuie să fie atent ca la poziţionarea bolnavului acesta să fie aşezat astfel încât ţinta să fie cu planul frontal perpendicular pe planul filmului, iar planul sagital paralel cu planul filmului.

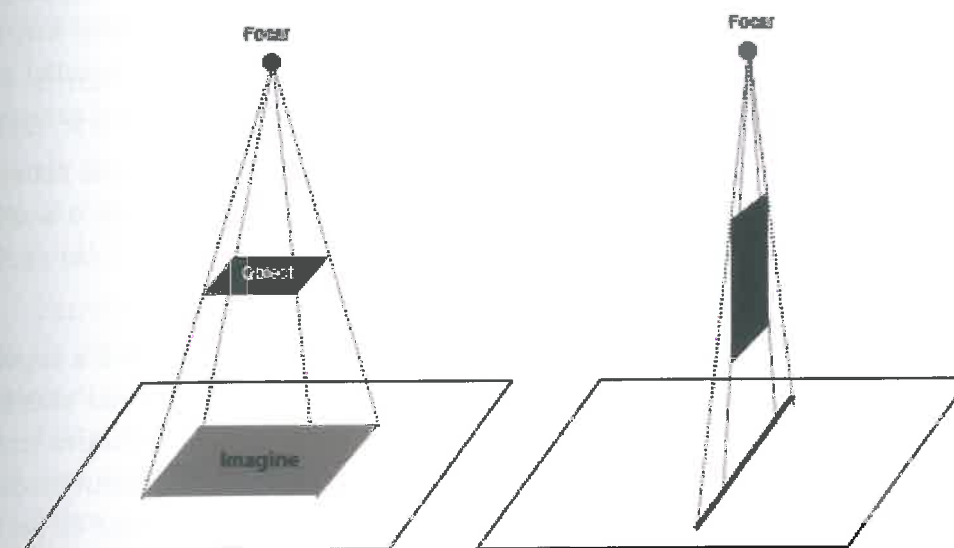


Figura 8. Legea proiecţiei ortograde - tangenţiale

Legea sumaţiei şi substracţiei (fig. 9) este un alt principiu care are la bază diferenţa de absorbţie în raport cu structura ţintei traversate.

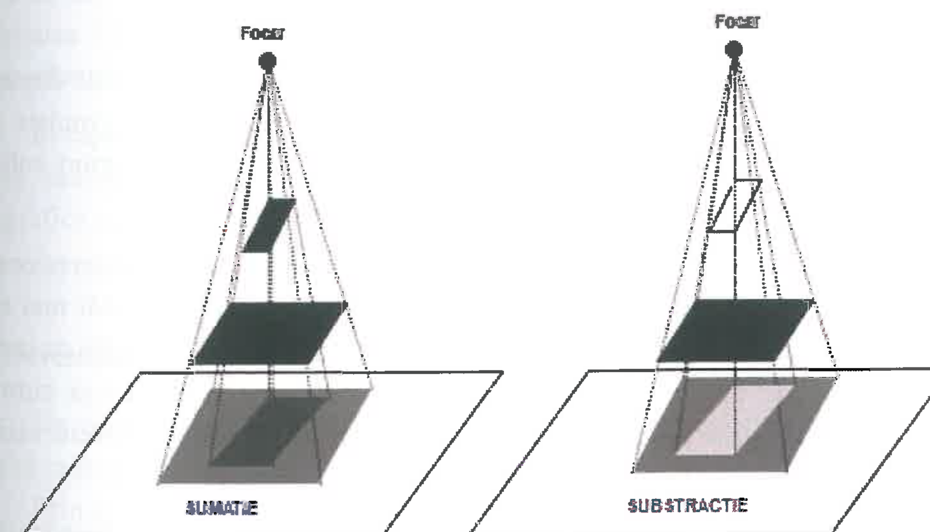


Figura 9. Legea sumaţiei şi substracţiei

În situația în care avem două obiecte suprapuse rezultanta de imagine este sumația dimensională a acestor ținte, dar cu indice de absorbție diferit pe zona de suprapunere. Astfel dacă avem două obiecte, unul mai mare și unul mai mic suprapuse, rezultanta va fi o imagine de dimensiunea obiectului mai mare, care va avea pe suprafața ei o zonă care are contururile și dimensiunea obiectului mai mic suprapus cu grad de opacifiere diferit. Dacă suprapunem două ținte cu densități mari pe imagine cel mai mic va avea o opacitate mai mare. Acesta este principiul sumației.

Dacă suprapunem două ținte dintre care cea mare are densitate mai mare, iar cea mică are densitate redusă față de prima, rezultanta va fi o imagine de o anumită opacitate ce va avea proiectată în interior reproducerea contururilor țintei mai mici cu indice de opacitate mai redus. Acesta este principiul substracției.

În final imaginea radiografică a unui segment reprezintă o umbră a segmentului compusă din tonalități de gri eșalonate pe scala de densități, număr atomic și dimensiuni a structurilor traversate. De aceea în radiologie se evită utilizarea termenilor "alb și negru", unde albul reprezintă inexistența fotonilor în fascicolul modulat, iar negrul reprezintă fascicolul de fotoni modulat care are aceeași energie cu cei din fascicolul incident.

II.2. Filmul radiografic

În prezentarea formării imaginii am folosit termenul de film radiografic. Și totuși ce este filmul radiografic?

Filmul radiografic este o folie de celuloid pe suprafețele căreia este depus un strat de substanță fotosensibilă. Substanța fotosensibilă este de fapt o emulsie care conține bromură de argint ca agent fotosensibil și sulfat de argint, în raport sub 1% față de bromură, ca agent catalizator.

Conform proprietăților razelor X fascicolul modulat de fotoni impresionează ionii de argint acolo unde intră în contact cu ei. Impresionarea este cu atât mai mare cu cât energia fotonului este mai mare. Aceste plaje de pe filmul radiografic cu ioni de argint impresionați de fascicolul modulat formează imaginea latentă. Așa cum am menționat, această imagine nu este vizibilă cu ochiul uman. Pentru a deveni vizibilă filmul radiografic este prelucrat chimic în procesul de developare.

În radiologie se folosesc mai multe tipuri de filme, în funcție de necesități. Producătorii de filme furnizează filme cu dimensiuni de: 13/18cm, 18/24 cm, 24/30 cm, 30/40 cm, 35/35 cm, 35/43 cm. Pentru radiografiile dentare se utilizează filme cu următoarele dimensiuni: 2/2 cm, 7/7 cm, 10/10 cm și 12/12 cm.

Descrierea filmului radiografic

Alcătuirea filmului radiografic poate fi descrisă pe straturi.

Stratul extern este numit „strat protector", este durabil și are rol de a preveni degradarea emulsiei care se află sub acesta.

Următorul strat este reprezentat de o emulsie de halogenură de Ag. Acesta este un strat sensibil la radiațiile X și la lumină. Emulsia este formată din cristale minuscule de halogenură de Ag, bromură de Ag, dispersate într-un gel, care este aplicat ca o peliculă pe suprafața filmului. Conținutul acestei pelicule este de 90-99% AgBr și 1-10% AgI.

Sensibilitatea filmelor la radiațiile X este în funcție de mărimea granulelor de AgBr. Cu cât acestea sunt mai mari, cu atât filmul este mai sensibil. Din acest punct de vedere există mai multe tipuri de filme radiologice:

- Filme cu granulație mare, foarte sensibile la radiații X, dar imaginile obținute sunt de slabă calitate.
- Filme cu granulație fină, care dau imagini cu definiție bună, dar sunt mai puțin sensibile, necesitând parametrii electrici mai mari.
- Filmele cu granulație intermediară sunt cele folosite în mod curent,, au sensibilitate medie, dar dau imagini de calitate convenabilă.

Ultimul strat al filmului este stratul de bază, acesta este din plastic și are rolul de a da stabilitate filmului. Stratul de emulsie este fragil și are nevoie de acest suport pentru ca filmul să poată fi procesat și manipulat și să rămână tare după procesare. Majoritatea filmelor au adăugat acestui strat un colorant albastru, care are rolul de a scădea efortul ochiului la privirea filmului la final.

În raport de gradul de culoare a luminii emise de foliile (ecranele) întăritoare filmele radiografice sunt clasificate în filme radiografice sensibil verde și filme radiografice sensibil albastru.

II.3. Developare

Developarea are de fapt două secvențe succesive revelarea și fixarea chimică a filmului radiografic (fig. 10).

Prin revelare anumite substanțe chimice, de fapt agenți reducători, determină oxidarea bromurii de argint reducând-o la argint metalic. Revelatorul acționează asupra cristalelor de bromură de argint dinspre suprafață spre profunzime într-un raport proporțional cu nivelul de impresionare a peliculei fotosensibile.

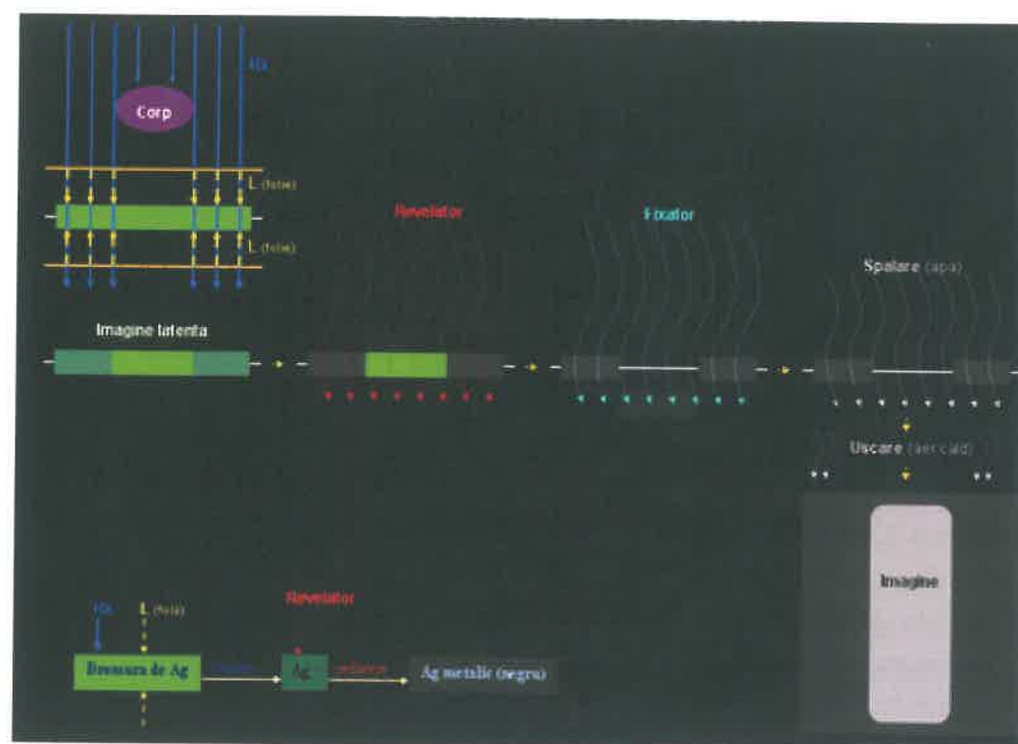


Figura 10. Etapele developării

Filmul radiografic negativ rezultat în urma acțiunii revelatorului trece într-o baie de spălare intermediară în care se îndepărtează resturile de bromură de argint și de revelator. De acolo filmul radiografic trece în baia de fixare. Baia de fixare dizolvă și elimină bromura de argint neexpusă. Agentul chimic principal în fixator este tiosulfatul de sodiu. Fixarea se continuă până când interacțiunea dintre tiosulfatul de sodiu și bromura de argint formează o substanță chimică complexă de argint solubilă în apă.

După procesul de fixare se procedează la spălarea finală a filmului radiografic expus și prelucrat chimic cu îndepărtarea tuturor substanțelor chimice reziduale developării. O spălare ineficientă determină alterarea în timp a radiografiei finale.

Procesul de developare se efectuează în întuneric întrucât pe toată durata prelucrării filmul radiografic rămâne sensibil la lumină.

Developarea se realizează în echipamente dedicate, mașini de developare, sau în situația lipsei acestora se poate efectua manual în spații special amenajate, cu bazine cu agent revelator, baie intermediară de spălare, agent fixator și baie de spălare finală. Camera, care se numește cameră obscură este prevăzută tehnic cu iluminare inactinică (lumină roșie, de o anumită intensitate luminoasă, care nu impresionează pelicula fotosensibilă).

II.4. Calitatea filmului radiografic

Există parametrii care permit aprecierea calităților unui film radiografic. Aceștia sunt:

- voalul de fond
- sensibilitatea
- contrastul
- gradația

Aceștia permit aprecierea unui film radiografic și a substanțelor de developat. Astfel un film prea vechi cu termen de valabilitate expirat are un voal de fond mai mare, un timp de developare mai prelungit și poate prezenta voalări parțiale prin acțiuni involuntare care duc la expunerea incidentală a filmului radiografic la lumină.

Sensibilitatea filmului radiografic se referă la cantitatea de excitație luminoasă minimă necesară impresionării lui.

Gama de contrast a unui film radiografic, respectiv diferența de densitate fotografică între tonurile de gri cele mai apropiate de alb și tonurile de gri cele mai apropiate de negru să fie cât mai largă.

Gradația exprimă calitatea filmului radiografic de a permite evidențierea unor detalii cu indice de absorbție foarte mic.

Aceste calități ale filmului radiografic sunt esențiale în principiile optimizării expunerilor medicale. Rolul asistentului medical este de a constata eventuale deficiențe, de a le raporta pe scară ierarhică pentru reducerea până în final a expunerii medicale ineficiente sau chiar gratuite a pacientului.

II.5. Factori de calitate în aprecierea imaginii radiografice

a. Contrastul reprezintă diferența de înnegrire între două regiuni anatomic vecine, cu densități diferite. Contrastul depinde de mai mulți factori:
1) Structura obiectului radiografiat (densitate, nr. atomic Z, grosime).

Modificarea, și mai ales ameliorarea imaginii radiografice se face prin reglarea corectă a kV. Aceasta determină o penetrabilitate mai bună a fascicolului incident cu ameliorarea calității fascicolului rezidual (modulat).
2) Fluctuația quantică.

Numărul de fotoni X din fascicolul incident nu este absolut constant. Traversarea lui prin țintă duce la o variabilitate și mai mare a fascicolului modulat. Ameliorarea imaginii radiografice se poate face prin reglarea, respectiv creșterea mA. În acest fel discutăm despre ceea ce se numește în limbajul practic "cantitatea de raze".

3) Calitatea aparatului de radiologie şi a accesoriilor acestuia.

Un echipament radiologic vechi în care tubul radiogen are anoda parţial compromisă va emite un fascicol incident mult mai neomogen decât un echipament nou. Aceasta determină indirect eventuala repetare a expunerilor, creşterea parametrilor electrici, deci iradiere medicală crescută.

4) Calitatea filmului - sensibil verde/albastru,
- curba de înnegrire cât mai abruptă,
- fără defecte de fabricaţie,
- voalul de fond să fie cât mai redus.

5) Calitatea developării, respectiv timpul şi temperatura substanţelor utilizate în prelucrarea chimică a filmului radiografic, dar şi calitatea substanţelor folosite.

b. Definiţia

Termenul se referă la netitatea cât mai bună a contururilor obiectului de radiografiat, dar şi a eventualelor contururi ale structurilor de densităţi diferite cuprinse în grosimea ţintei.

Definiţia este influenţată de aceeaşi factori care influenţează contrastul. Dar tot definiţia depinde de fluurile radiografice, respectiv fluul geometric, cel cinetic, fluul de difuziune şi fluul de ecran şi cel total.

Fluul geometric se referă la variaţia determinată de situaţia în care focarul tubului nu este chiar punctiform.

Fluul cinetic este dat de mişcarea obiectului în timpul expunerii. Reducerea lui se poate realiza prin reducerea timpului de expunere.

Fluul de difuziune creşte dacă nu se foloseşte grila Bucky.

Fluul de ecran este dat de granulaţia foliilor întăritoare.

c. Rezoluţia unei imagini radiografice se apreciază prin numărul de perechi de linii perceptibile separat pe unitatea de suprafaţă. De exemplu în cazul angiografiei unde contrastul este mare, limita inferioară de dimensiune a unui amănunt vizibil este de 350 microni pentru capilarele periferice.

II.6. Ecranul întăritor

Ecranul întăritor este un dispozitiv care se află în casete şi conţine fosfor, cu rolul de a transforma radiaţia X în lumină, care va expune filmul. Fosforul este un element chimic, care emite lumină atunci când asupra sa cad radiaţii. Rolul ecranului întăritor este de a reduce doza de radiaţii la care este expus pacientul, comparativ cu radiografiile cu expunere directă, permite scăderea mA şi a timpului de expunere. Singurul dezavantaj este reducerea detaliilor pe radiografie.

Ecranul întăritor amplifică sau intensifică energia la care este expus. Fără aceste ecrane, filmul ar fi expus exclusiv la raze X. Cu aceste ecrane, filmul este expus 90% până la 99% la lumină, rămânând 1% până la 10% razelor X.

Luminescenţa

Ecranele întăritoare acţionează asupra filmului prin procesul numit „luminescenţă”. Acesta reprezintă emisia de lumină de către ecran atunci când este stimulat de radiaţia X. Ecranele întăritoare pot face luminescenţa în două moduri. Tipul dorit în radiologie este fluorescenţa. Fluorescenţa se referă la abilitatea fosforului de a emite lumină vizibilă numai atunci când este expus la radiaţie X.

Alcătuirea ecranelor întăritoare

Ca şi filmele radiografice, ecranele întăritoare pot fi descrise pe straturi. Cel mai aproape de film este stratul de protecţie, din material plastic. Acesta are rolul de a proteja stratul de substanţă fluorescentă, care este mai fragil şi se află dedesubt. Stratul de substanţă fluorescentă este stratul activ şi este cel mai important deoarece absoarbe, transmite şi transformă radiaţia X în lumină. Uneori acestui strat i se aplică o vopsea cu rol de a absorbi lumina, pentru a scădea cantitatea de lumină care cade pe film.

Următorul strat are rol de absorbţie sau reflectare. Ecranele întăritoare au un strat cu rol de reflectare sau unul cu rol de absorbţie, niciodată amândouă. Stratul cu rol de a reflecta lumina este alcătuit din oxid de Mg sau dioxid de Ti. Acest strat orientează către film lumina emisă de substanţa fluorescentă în toate direcţiile. Atunci când se foloseşte un strat cu rol de absorbţie a luminii, este reprezentat de un strat de vopsea cu rol de absorbţie şi are rolul de a absorbi lumina produsă de stratul de substanţă fluorescentă.

Stratul cel mai de jos şi cel mai departe de film este baza. Acesta trebuie să fie flexibil şi stabil din punct de vedere chimic şi este făcut din poliester sau carton.

Sistemele cu ecrane de întărire folosite în casete au de obicei un ecran plasat pe partea casetei care priveşte către tubul de raze, care se numeşte ecran anterior şi unul de partea opusă, ecran posterior. Filmul cu două ecrane întăritoare este expus la lumină de două ori mai mult decât filmul cu un ecran întăritor, primul fiind expus la lumină din două părţi. Filmele cu emulsie simplă au un singur ecran de întărire, care este montat ca şi ecran posterior.

Caracteristicile ecranelor de întărire

Tipuri de substanță fluorescentă

Există în prezent numeroase tipuri de substanță fluorescentă disponibile pentru producerea ecranelor întăritoare. Cele mai frecvent utilizate sunt din grupa elementelor teroase, expuse în tabelul de mai jos. Numărul atomic al acestor elemente variază de la 57 la 71 și sunt cunoscute ca elemente teroase rare, deoarece se extrag foarte greu și cu mari cheltuieli din pământ (tabel 1). Aceste elemente rare au înlocuit tungstatul de Ca în radiologia modernă. Tungstatul de Ca s-a folosit în fabricarea ecranelor întăritoare până în 1970. La acel moment s-a descoperit proprietatea elementelor teroase rare de a absorbi mai multe raze X și de a le converti în lumină vizibilă mult mai eficient. De asemenea s-a observat o îmbunătățire a detaliilor pe imaginea radiologică.

Tabel 1. Materiale folosite pentru ecranele întăritoare și spectrul lor de emisie

Fosfor	Spectru de emisie
Tungstat de Calciu ($CaWO_4$)	Albastru
Elemente teroase rare	
Oxibromura de Lanthan (LaOBr)	Albastru
Tantalat de Ytriu ($YTaO_4$)	Ultraviolet/Albastru
Oxisulfit de Gadoliniu (Gd_2O_2S)	Verde

Ecranele întăritoare se diferențiază în funcție de culoarea luminii pe care o emit sau prin spectrul lor de emisie. Deoarece emulsia de pe film este sensibilă la lumina de o anumită culoare, ecranul și filmul trebuie să se potrivească din acest punct de vedere. Potrivirea spectrelor se referă la folosirea unui film sensibil la lumina albastră împreună cu un ecran emițător de lumină albastră și a unui film sensibil la lumina verde cu un ecran emițător de lumină verde.

Scopul ecranelor întăritoare este de a scădea doza de radiație la care este expus pacientul. Dezavantajul ecranelor este reducerea detaliilor.

Calitatea imaginii radiografice depinde de felul în care sunt întreținute ecranele. Sunt două proceduri de întreținere mai importante. Primul este curățarea periodică. Suprafața ecranului vine în contact cu mediul și cu mâinile celor care încarcă și descarcă casetele. Deci se acumulează grăsime și praf, care trebuie îndepărtate cu substanțe antistatice.

Al doilea lucru important este ca filmul să fie în contact cu ecranul. Dacă există spațiu liber între ele se va obține o zonă întunecată pe film. Există teste pentru a identifica problemele de contact între film și ecran care trebuie repetate la 6 până la 12 luni.

Casetele

Casetele reprezintă conținătorul filmului și al ecranelor. Ele au dimensiuni similare cu filmul radiografic și ecranele întăritoare. În radiologia convențională se folosesc casete cu dimensiuni de: 13/18 cm, 18/24 cm, 24/30 cm, 30/40 cm, 35/35 cm, 35/43cm. Acestea nu trebuie să fie transparente, trebuie să cântărească puțin pentru a putea fi manipulate rapid și ușor și trebuie să fie destul de rigide și rezistente încât să nu se deformeze sub greutatea pacientului. De asemenea trebuie să lase să treacă maximum posibil de fotoni către filmul radiografic. Fața casetei conține materiale cu absorbție slabă a radiației X ca: bachelita, aluminiu, săruri de magneziu sau grafit. Fața posterioară este alcătuită dintr-o folie subțire de plumb sau de oțel echivalent plumb, astfel concepută încât să oprească orice traversare a ei de către fotonii radiației X.

Casetele trebuie să asigure un contact bun al filmului cu ecranul.

În radiologia convențională, la ora actuală, se utilizează trei sisteme de achiziție a imaginii:

- sistem analog – este sistemul de achiziție și formare a imaginii radiografice pe film analog prelucrat chimic prin developare.
- sistem digitalizat – imaginea este obținută cu un aparat convențional și ulterior convertită digital.

Achiziția poate fi făcută pe film analog și ulterior scanată, prelucrată digital și arhivată digital sau achiziționată direct pe casete cu plăci fosforice. În acest ultim caz imaginea latentă nu se formează pe film, ci pe plăcile fosforice. Caseta este introdusă într-un echipament numit generic CR (Computed Radiography), care are rolul de a "citi și decripta" imaginea latentă, care este de fapt o sumă de microcurenți generați pe o matrice (placa fosforică) și imprimă imaginea finală pe un film radiografic termic sau o transferă într-un sistem digital de arhivare, situație în care imaginea este în format DICOM.

- sistem digital direct – imaginea este achiziționată direct cu un aparat digital.

Echipamentul nu mai are stativ port-casetă, masa de comandă are un sistem digital de programare a expunerii pe regiuni anatomice, iar pe masă există un senzor plat (CCD) "citit" și controlat direct de computerul echipamentului.

Imaginea finală este arhivată direct în sistem DICOM, iar transferul pe film termic se face prin intermediul unei imprimante specifice.

Imaginea digitală, spre deosebire de cea analogă are parametri specifici de rezoluție și definiție:

1) Rezoluția digitală

Imaginea digitală este dispusă pe o suprafață împărțită în mici pătrate numite PIXELI (pictures element). Unitatea de măsură a rezoluției de imagine se exprimă în dpi (dots per inch). Cu cât numărul de dpi este mai mare, cu atât definiția de imagine este mai bună.

2) Profunzimea de culoare

Chiar dacă în radiologie imaginea este reprezentată de un număr de tonuri de gri între alb și negru, pe scala digitală de culoare există o compoziție de culori fundamentale, convertite în unități digitale (bit). Profunzimea de culoare influențează direct proporțional contrastul, reducând tonurile de gri intermediare. Ea depinde de numărul de biti care codifică fiecare pixel. De exemplu:

2 bit = 4 tonuri de gri
4 bit = 16 tonuri de gri
8 bit = 256 tonuri de gri = setarea uzuală (grayscale).

Imaginile digitale se arhivează într-un sistem computerizat care poate arhiva concomitent sau separat datele personale și/sau clinice ale pacientului (sistem RIS) și imaginile proprii ale pacientului numite cu elemente specifice de nominalizare (sistem PACS).

Sistemul de arhivare, prelucrare și transfer a imaginilor poartă numele de Work System.

Fiecare echipament radiologic digital este în legătură informatică directă cu un computer care preia datele de la echipament și le transferă în sistemul PACS (work system) (fig. 11). Prezentăm mai jos o schemă a unui Work System.

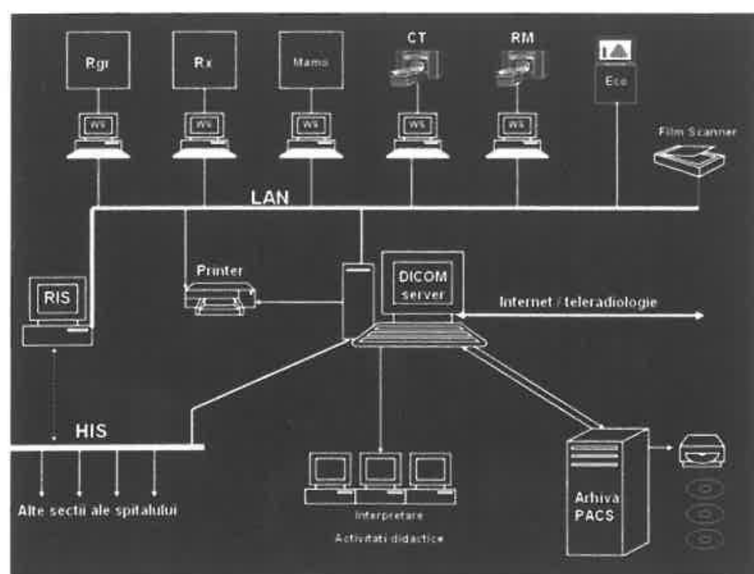


Figura 11. Schemă Work System

Capitol III

NOȚIUNI DE RADIOPROTECȚIE

C. Zaharia, Silvia Șovăilă

Radioprotecția este un domeniu interdisciplinar care are drept scop realizarea protecției individului și a mediului față de acțiunea unui tip de radiații, și anume acelea care pot produce efecte biologice. Disciplinele pe care se bazează **radioprotecția** sunt: fizica în primul rând, datorită interacției radiațiilor cu substanță cât și pentru metrologia mărimilor caracteristice interacției și transferului energiei de la radiații la obiectul iradiat, viu sau neviu; biologia, în al doilea rând, mai precis radiobiologia, pentru efectul biologic produs de către radiații asupra țesutului; chimia, în special biochimia, pentru comportarea chimică a substanțelor care apare la interacția radiațiilor cu corpul iradiat, viu sau neviu; și nu în ultimul rând, matematica, pentru că există un domeniu al teoriei matematice a dozimetriei și al radioprotecției, care cuprinde modelarea matematică a mii de procese din dozimetrie și radioprotecție.

Pentru practica de zi cu zi în lucrul cu surse de radiații, **radioprotecția** își propune să stabilească principii pentru:

- protecția individului față de expunerea la radiații
- siguranța surselor de radiații atât în lucrul obișnuit cât și în procesele conexe.

În ceea ce privește conceptul de bază al protecției individului față de radiații, în anii '70 se admitea că principiul radioprotecției este „limitarea expunerii individuale"; însă cât de limitată să fie expunerea?

Experiența în domeniu stabilise că la anumite valori ale dozei primite apăreau efecte biologice constatabile nu numai medical, dar și neplăcute pentru cei afectați. Cu timpul astfel de prejudicii nu mai erau admise de cei care lucrau cu surse de radiații, astfel încât, convențional, limita expunerii era din când în când coborâtă.

Introducerea unei protecții împotriva radiațiilor ionizante constituie și în România, ca de altfel în toate țările europene o problemă care stă în atenția forurilor superioare și este guvernată de Legea nr. 111, modificată în 2004 și o serie de norme de securitate radiologică, dintre care cele mai importante sunt:

-NSR 01 - norme fundamentale de securitate radiologică

-NSR 02 - norme de securitate radiologică privind radioprotecţia operaţională a lucrătorilor externi

-NSR 03 - proceduri de autorizare

-NSR 04 - norme privind radioprotecţia persoanelor în cazul expunerilor medicale

-NSR 06 - norme de dozimetrie individuală

-NSR 11 - norme de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic şi radiologie intervenţională

-Directiva Euratom 97 – 43.

Procedura la care se referă protecţia aduce un anumit beneficiu – ştiinţific, tehnologic sau individual, pentru sănătatea unui individ. Radioprotecţia se află sub egida a trei principii:

- **Justificarea**: orice expunere la radiaţii ionizante trebuie să prezinte un beneficiu net care să fie superior eventualelor inconveniente datorate iradierii.

- **Optimizarea** reprezintă necesitatea căutării unui raport maximal între avantaje şi inconveniente potenţiale şi elaborarea unor măsuri care să amplifice pe cât posibil avantajele în detrimentul inconvenientelor.

- **Limita de doză** impune elaborarea unor nivele maxime de iradiere posibile, ţinând cont de dozele echivalente de organ şi parametrii tehnici ai echipamentelor utilizate.

La început, în radioprotecţie se apela la noţiunea de „risc de radiaţii" ca probabilitatea de a se întâmpla ceva „neplăcut" pentru sănătate: de la un prejudiciu asupra sănătăţii până la accident mortal. Riscul la expunerea la radiaţii era privit şi analizat comparativ cu alte riscuri impuse de activităţi umane (transportul auto, pe mare, pe aer, dar şi de activitatea într-o anumită industrie). A apărut astfel necesitatea de a evalua riscul la radiaţii în paralel cu riscul altor activităţi şi de a găsi calea de control („management") a unui astfel de risc. Compararea valorii riscului la radiaţii cu aceea a celorlalte riscuri, a condus la valoarea acceptată de societate a riscului la expunerea la radiaţii; o asemenea valoare ar impune valoarea limită a expunerii la radiaţii care stă la baza normelor de radioprotecţie.

Există patru moduri de clasificare a expunerii organismului:

- profesională, medicală şi a publicului;
- normală şi potenţială;
- de urgenţă şi cronică;
- externă şi internă.

Expunerea profesională, medicală şi a publicului

Sursele de radiaţii naturale şi cele artificiale (cu marea lor diversitate) produc expunerea la radiaţii a întregii populaţii, atât cea angajată în activitatea ştiinţifică, tehnică şi economică, cât şi cea neangajată. Din acest punct de vedere se deosebesc trei tipuri de expuneri la radiaţii: expunerea profesională, expunerea medicală şi expunerea publicului.

Expunerea profesională afectează angajaţii la locurile de muncă din obiective sau laboratoare în care se folosesc surse de radiaţii în condiţiile autorizării legale a utilizării surselor de radiaţii. Expunerea profesională se poate datora surselor radioactive artificiale sau naturale.

Expunerea medicală se referă la pacienţi, în caz de diagnostic şi tratament prin radiaţii. Expunerea medicilor şi a celuilalt personal sanitar, prin activitatea lor cu proceduri medicale cu radiaţii sau cu substanţe radioactive este cuprinsă în **expunerea profesională**.

Expunerea publicului se datorează nu numai surselor de radiaţii naturale (expunerea naturala = 2,4 mSv pe an), ci şi ceea ce decurge din utilizarea surselor de radiaţii artificiale.

Expunerea normală a unui individ este caracterizată cantitativ atât prin **doza efectivă**, cât şi prin **doza echivalentă** în organele şi ţesuturile importante. Aceste doze, cauzate de posibila combinare a expunerilor din procedeele autorizate, nu trebuie să depăşească **doza limită** (prin doză limită se înţelege doza efectivă limită).

Dozele limită se referă la expunerea profesională şi la expunerea publicului. Ele nu se referă la expunerea medicală.

Expunerea profesională se caracterizează prin dozele limită:

a) doza efectivă de 20 mSv pe an în medie în cinci ani consecutivi.
b) doza efectivă de 50 mSv într-un an, cu condiţia să se respecte doza medie în cinci ani consecutivi prevăzută la punctul a.
c) doza echivalentă în lentila ochiului de 150 mSv pe an.
d) doza echivalentă în extremităţile mâinilor şi picioarelor sau la piele de 500 mSv pe an.

Expunerea publicului: în acest caz normele precizează că pentru grupul critic din public luat în considerare pentru o anumită procedură pentru care se estimează o doză efectivă nu trebuie să se depăşească limita:

a) doza efectivă de 1 mSv pe an.
b) într-o împrejurare specială, doza efectivă de 5 mSv într-un singur an, cu condiţia ca doza medie în 5 ani consecutivi să nu depăşească 1 mSv pe an.

c) doza echivalentă în lentila ochiului de 15 mSv pe an.
d) doza echivalentă pe piele de 50 mSv pe an.

Expunerea medicală este guvernată doar de primele două principii ale radioprotecţiei, respectiv justificarea şi optimizarea. În cazul expunerii medicale nu există limită de doză întrucât se consideră că expunerile se efectuează doar atâta timp şi doar până când subiectul expus medical va fi clarificat din punct de vedere diagnostic, de monitorizare sau tratament.

Au fost elaborate norme specifice privind radioprotecţia persoanelor în cazul expunerilor medicale. Respectivele norme sunt rezultatul colaborarii directe a CNCAN, DGSE din MSF, Societăţii de Radiologie şi Imagistică Medicală din România, a Comisiei de Radiologie din MSF precum şi a celorlalte societăţi profesionale şi comisii de specialitate ale MSF vizate în mod direct de prevederile normelor.

Normele de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic şi radiologie intervenţională vin să detalieze şi să completeze cerinţele de securitate radiologică stabilite atât de Normele Fundamentale de Securitate Radiologică cât şi de Normele privind radioprotecţia persoanelor în cazul expunerilor medicale.

De asemenea, au fost elaborate reglementări specifice pentru expunerile medicale la radiaţii ionizante a gravidelor, în radiologia pediatrică, dar şi a expunerilor medicale efectuate în scop medico-legal.

Justificarea

În cadrul expunerilor medicale justificarea impune ca orice expunere medicală la radiaţii ionizante să prezinte un beneficiu net suficient, dacă se compară beneficiile totale potenţiale terapeutice sau diagnostice pe care le produce, incluzând beneficiile directe asupra sănătăţii unei persoane individuale şi beneficiile asupra societăţii, în raport cu detrimentul individual pe care expunerea îl poate cauza, luând în consideraţie eficacitatea, beneficiile şi riscurile tehnicilor alternative disponibile având acelaşi obiectiv, dar care nu implică sau implică mai puţină expunere la radiaţii ionizante.

Toate tipurile de expuneri medicale la radiaţii ionizante trebuie să fie justificabile, înainte de a fi general adoptate. Tipurile de practici (orice tip de expunere) existente, care implică expunerea medicală la radiaţii ionizante pot fi şi trebuie revizuite ori de câte ori apar informaţii noi şi importante privind eficacitatea sau consecinţele acestora.

Dacă un tip de practică implicând o expunere medicală nu este justificată în mod general, o expunere individuală determinată de acest tip poate fi justificabilă în condiţii particulare, fiind evaluată de la caz la caz. Medicul ordonator (cel care face

trimiterea) şi practicianul (cel abilitat prin competenţele profesionale să efectueze o practică radiologică) trebuie să caute, unde este posibil, să obţină informaţiile anterioare medicale utile pentru o eventuală expunere la radiaţii ionizante şi să ia în considerare aceste date pentru a evita expunerea inutilă la radiaţii ionizante. Decizia finală aparţine medicului practician.

În cazul particular al asistenţilor medicali de radiologie, orice expunere medicală nu este permisă fără existenţa unui bilet de trimitere cu informaţii medicale despre pacient, care justifică solicitarea examinării, dar se va executa doar cu avizul şi la indicaţia directă a medicului radiolog.

În situaţia în care se solicită un acelaşi tip de examinare radiologică la interval de timp foarte scurt, în care teoretic nu există posibilitatea unor modificări semnificative, examenul nu trebuie efectuat.

Dacă o expunere medicală nu poate fi justificată, sau nu este justificată, aceasta va fi interzisă. Având în vedere că decizia finală aparţine, conform legislaţiei - NSR 04, responsabilitatea juridică a acestei expuneri aparţine practicianului şi nu ordonatorului.

Optimizarea

Toate dozele datorate expunerilor medicale în scopuri radiologice, trebuie să fie menţinute la un nivel cât mai redus, rezonabil posibil, pentru a permite obţinerea informaţiei diagnostice urmărite, luând în considerare factori sociali şi economici.

Procesul de optimizare implică alegerea echipamentului, a aspectelor practice, obţinerea unei informaţii de diagnostic adecvate, asigurarea calităţii incluzând controlul calităţii, stabilirea şi evaluarea dozelor, ţinând cont de factorii economici şi sociali.

În cazul asistenţilor medicali de radiologie, orice practică radiologică trebuie efectuată în baza unui protocol specific de procedură care se consideră a fi cel mai fiabil pentru expunerea medicală specifică. Aceste protocoale trebuie să fie permanent într-o potenţială posibilitate de revizuire în raport cu tipul de echipament radiologic, dar şi cu eventualele modificări impuse de studiile şi cercetările medicale.

În context cu optimizarea, dar şi ţinând cont de specificul echipamentului şi constrângerile de doză sunt elaborate de către forurile competente nivele de referinţă care reprezintă indirect limite de doză per tip de procedură radiologică.

O atenţie deosebită trebuie acordată expunerilor medicale la care pot fi supuse femeile în perioada fertilă. Conform reglementărilor specifice termenul de femeie în perioadă fertilă se aplică femeilor cu capacitate de reproducere, de la pubertate la menopauză, respectiv femeilor cu vârsta cuprinsă între 12 şi 50 ani.

În mod general, nici o gravidă nu va fi expusă medical la radiaţii ionizante fără o justificare adecvată.

Medicul ordonator este obligat să prezinte în scris practicianului toate informaţiile medicale necesare justificării expunerii dorite. Ordonatorul are obligaţia de a menţiona în indicaţia de efectuare a oricărei proceduri radiologice solicitată pentru o gravidă scopul, motivaţia expunerii, elementele clinice particulare pentru expunerea solicitată, săptămâna de sarcină la data solicitării, alte expuneri practicate anterior.

În cazul bolnavelor internate nu se va practica nici o expunere medicală la radiaţii ionizante decât după finalizarea şi notificarea examenului clinic general complet. În cazul bolnavelor internate, la care expunerea medicală la radiaţii ionizante este succesivă altor expuneri, orice nouă solicitare a unei alte expuneri va fi însoţită obligatoriu de dosarul medical imagistic anterior.

În cazul dezacordului de opinii între ordonator şi practician, decizia finală aparţine practicianului, care are responsabilitatea efectuării procedurii radiologice.

Optimizarea procedurii radiologice trebuie să aibă în vedere reducerea la minimum a expunerii fătului, până la un nivel al constrângerii de doză de 1mSv, la care riscul expunerii se consideră a fi neglijabil.

În cazurile unor examinări radiologice care implică doze mari pentru fetuşi (peste 10 mSv) şi/sau iradierea abdomenului, practicianul este obligat să prezinte persoanei căreia urmează să i se efectueze o expunere medicală la radiaţii ionizante toate riscurile potenţiale pentru făt, precum şi beneficiile practicii radiologice pentru mamă şi făt şi să obţină acordul acesteia sau al aparţinătorului legal, dacă persoana care urmează să fie expusă este în imposibilitatea de a-şi exprima acordul.

Practicianul este obligat să notifice în scris, în finalul buletinului radiologic de interpretare, doza datorată expunerii medicale sau toate datele necesare evaluării acesteia.

Orice solicitare de practicare a unei proceduri radiologice pentru o femeie aflată în perioadă fertilă trebuie să fie însoţită de menţiunea specială a medicului ordonator asupra existenţei unei eventuale sarcini. Femeile cărora li s-a efectuat histerectomie, femeile cu sterilitate primară sau secundară ori cele care sunt sub administrare continuă mai mult de trei luni de contraceptive orale se pot considera a nu fi însărcinate. Se va avea însă în vedere faptul că utilizarea contraceptivelor nu garantează neapărat absenţa sarcinii. Pacienta va fi întrebată explicit, verbal şi în scris, dacă este însărcinată, şi se va preciza data ultimei menstruaţii.

Absenţa oricărei suspiciuni de sarcină, cu evaluare clinică şi de laborator, constatată atât de medicul ordonator cât şi de medicul practician conduce la efectuarea procedurii radiologice.

Existenţa oricărei incertitudini cu privire la o posibilă stare de graviditate, exprimată de pacientă medicului ordonator sau cel practician, impune obligatoriu un consult de specialitate la medicul de specialitate obstetrică-ginecologie şi amânarea expunerii medicale până la clarificare.

În situaţia în care pacienta se află în imposibilitatea de a preciza prezenţa unei eventuale sarcini, iar expunerea este absolut necesară, se efectuează procedura radiologică, cu luarea unor măsuri suplimentare de protecţie (protejarea abdomenului inferior).

Dacă sarcina se confirmă şi femeia trebuie investigată sau tratată pe parcursul sarcinii, se recomandă una dintre următoarele 3 proceduri alternative ori se vor alege altele, conform specificului fiecărui caz:

a) utilizarea unor metode de diagnostic neiradiante, cum ar fi ultrasonografia sau rezonanţa magnetică;

b) amânarea examinării sau tratamentului până după naştere, dacă această opţiune se consideră acceptabilă din punct de vedere clinic, punându-se în balanţă riscul şi beneficiul pentru mamă şi făt;

c) în cazul în care în care întârzierea examinării sau tratamentului nu este considerată ca acceptabilă din punct de vedere medical, procedura radiologică se va efectua cu discernământ privind doza de radiaţii la nivelul fătului; în această situaţie, doza la nivelul fătului va fi estimată înainte de examinare/ tratament şi, dacă este relevant, reestimată după.

În procesul luării deciziei de efectuare a unei proceduri radiologice, riscul posibil datorat unor doze mari de iradiere trebuie să fie primordial.

Se recomandă, de principiu, amânarea oricărei expuneri medicale la radiaţii ionizante a gravidelor aflate în primele 15 săptămâni de sarcină.

În situaţii de urgenţă, în care viaţa femeii sau a produsului de concepţie este în pericol, expunerea medicală la radiaţii ionizante cu scop diagnostic ori tratament trebuie efectuată.

Se recomandă consemnarea tuturor parametrilor tehnici de expunere pentru estimarea ulterioară a posibilelor riscuri pentru făt.

Pentru luarea deciziei corecte este necesară cooperarea gravidei.

În cabinetul de radiologie trebuie să existe afişe care să atenţioneze pacienta asupra riscurilor expunerii pentru făt şi asupra obligativităţii acesteia de a informa personalul medical de radiologie asupra unei posibile sarcini.

Pentru femeia expusă profesional la radiaţii ionizante, aflată în perioada de sarcină, se aplică prevederile art. 63 din Ordinul preşedintelui Comisiei Naţionale pentru Controlul Activităţilor Nucleare nr. 173/2003, cu modificările şi completările ulterioare.

Pentru proceduri intervenţionale sau de diagnostic cu radiaţii X care implică expunerea abdomenului inferior sau a pelvisului, în situaţia în care examinarea se justifică şi nu poate fi amânată, reducerea dozei la nivelul fătului poate fi obţinută prin:

a) reducerea numărului de margini;
b) selectarea proiecţiei;
c) limitarea timpului de fluoroscopie la minimum;
d) ecranarea şi colimarea cu atenţie a fasciculului de radiaţii.

Se recomandă folosirea unui protocol valabil care să cuprindă diferite tipuri de examinări radiologice ale abdomenului, care să asigure că doza de radiaţie la nivelul fătului este cât de joasă posibil de obţinut.

Expunerea medicală în radiologia pediatrică impune condiţii speciale privind executarea oricăror practici radiologice.

Examinarea radiologică a copilului trebuie să aibă în vedere particularităţile anatomice, patologice, biochimice şi fiziologice, diferite pentru fiecare grupă de vârstă şi deosebite de cele ale unui adult:

1. Anatomie
a) proporţiile corporale
b) mărimea şi forma organelor
c) dezvoltarea scheletului
d) variaţia distribuţiei măduvei hematogene în timpul creşterii
2. Patologie
-bolile specifice vârstei (boli congenitale de cord, ileus cu meconiu, copilul abuzat)
3. Biochimie
a) conţinutul total de apă al corpului (nou-născut – 90%, adult – 60%)
b) masa adipoasă redusă
c) metabolismul diferit al mediilor de contrast
4. Fiziologie
a) rata respiratorie mai mare (nou-născut – 80-120 de respiraţii/minut)
b) ritm cardiac mai mare (nou-născut – 160-200 de respiraţii/minut)
c) mişcări rapide.

De asemenea, la orice practică radiologică adresată copilului trebuie ţinut cont că sensibilitatea la radiaţii ionizante a copilului este mai mare decât a adultului.

În cazul copiilor, justificarea şi optimizarea, cele două principii de bază ale radioprotecţiei, trebuie aplicate cu o exigenţă mărită. Astfel, nici o expunere medicală nu va fi efectuată fără o justificare adecvată. Nu se va efectua nici o investigaţie radiologică atunci când se pot obţine aceleaşi rezultate prin alte metode de diagnostic, care ar implica un risc mai mic pentru copil.

În acest sens medicul ordonator este obligat să prezinte în scris practicianului absolut toate informaţiile necesare justificării expunerii solicitate. El va notifica scopul, motivaţia expunerii, dar şi elementele clinice particulare pentru justificarea expunerii solicitate, precum şi rezultatul altor expuneri medicale practicate anterior.

Orice expunere medicală va fi efectuată doar după obţinerea consimţământului scris al aparţinătorilor direcţi ai copilului.

Optimizarea procedurii imagistice presupune interacţiunea a trei aspecte: calitatea diagnostică a imaginii, doza de iradiere a pacientului şi alegerea tehnicii cele mai adecvate pentru efectuarea expunerii medicale.

Pentru orice examinare radiologică adresată copilului trebuie prevăzut un echipament standard din cauciuc plumbat pentru ecranarea porţiunilor de corp aflate în imediata apropiere a câmpului de diagnostic.

Pentru expuneri de 60-80 kV, reducerea maximă de 30-40% a dozei gonadice se obţine prin ecranare cu cauciuc plumbat, echivalent 0,25mm plumb, poziţionat în marginea câmpului de interes. Poziţionarea pacientului trebuie să asigure pe cât posibil excluderea gonadelor din fascicolul de interes.

În general, poziţionarea pacientului va fi precisă, indiferent dacă acesta cooperează sau nu. Pentru sugari şi copii mici se vor utiliza dispozitive de imobilizare, care aplicate corect, vor garanta că:

- pacientul nu se mişcă
- fascicolul poate fi centrat corect
- colimarea limitează dimensiunile câmpului strict la zona de interes diagnostic
- este posibilă protejarea restului corpului
- dispozitivele sunt uşor de utilizat, iar aplicarea lor nu traumatizează pacientul.

Persoanele care ajută voluntar la efectuarea practicilor radiologice la copii se supun restricţiilor prevăzute în Ordinul ministrului sănătăţii şi familiei şi al preşedintelui Comisiei Naţionale pentru Controlul Activităţilor Nucleare nr. 285/79/2002.

Responsabilitatea dotării unităţii sanitare cu aparatura radiologică corespunzătoare, mijloace adecvate şi colective de protecţie radiologică şi dispozitive ajutătoare de imobilizare pentru pacientul pediatric, prevăzute în prezentele reglementări, revine titularului de autorizaţie.

În ceea ce priveşte **reglementările specifice referitoare la expunerea medicală a persoanelor la radiaţii ionizante în cazul expertizelor medico-legale** vom face nişte precizări de definiţie a termenului de procedură radiologică medico-legală. Conform reglementărilor specifice se definesc ca proceduri radiologice medico-legale expunerile medicale la radiaţii ionizante în scopul expertizelor medico-legale sau la solicitarea unor asiguratori, cu sau fără indicaţie medicală clară.

Orice expunere medicală la radiaţii ionizante care are ca scop final o expertiză medico-legală se justifică individual cu respectarea criteriilor prevăzute în Ordinul ministrului sănătăţii şi familiei şi al preşedintelui Comisiei Naţionale pentru Controlul Activităţilor Nucleare nr. 173-2003, cu modificările şi completările ulterioare, conform cărora trebuie să existe o solicitare scrisă din partea unui ordonator.

Expunerea medicală la radiaţii ionizante a unei persoane la solicitarea unor asiguratori, efectuată fără referinţă la indicaţii clinice, se consideră nejustificată.

Sunt exceptate: suspiciune de furt sau trafic de droguri şi arme, pentru care beneficiul net faţă de persoana expusă nu este relevantă în astfel de situaţii, criteriile de justificare sunt stabilite punctual, prin consultare cu organismele profesionale relevante.

Orice repetare a unei expuneri medicale la radiaţii ionizante având ca scop final o expertiză medico-legală este justificată numai în următoarele situaţii:

- calitatea radiografiilor este nesatisfăcătoare pentru un diagnostic de certitudine
- radiografiile nu au elemente de siguranţă care să permită identificarea persoanei căreia i s-a efectuat expunerea anterioară
- când se contestă argumentat autenticitatea radiografiilor efectuate anterior
- când este necesară evaluarea evoluţiei temporale a unor leziuni traumatice interne
- în scopul efectuării unei contraexpertize.

Orice expunere medicală la radiaţii ionizante, efectuată în cazul procedurilor medicale, impune efectuarea cel puţin a unei radiografii, care se constituie ca document medico-legal.

Capitol IV

SUBSTANŢELE DE CONTRAST

Ana Magdalena Bratu, A. P. Purcărea

IV.1. Generalităţi

Contrastul reprezintă diferenţa de înnegrire între regiuni vecine. Gama de contrast este diferenţa între regiunea cea mai închisă (neagră) şi regiunea cea mai deschisă existente pe filmul radiologic.

În structura corpului omenesc există patru densităţi fundamentale: gazul, grăsimea, apa şi calciul. Inconvenientul radiologiei clasice este că densităţile apropiate nu pot fi diferenţiate cu precizie pe filmul radiologic. În schimb examinările imagistice permit evidenţierea unor organe şi structuri patologice a căror grosime şi coeficient de atenuare realizează un contrast natural cu ţesuturile din jur.

Acest contrast poate fi mărit sau chiar creat când el nu există, prin intermediul aşa-ziselor substanţe de contrast artificiale.

Astfel substanţele de contrast au drept scop creşterea sensibilităţii unei metode imagistice, cu vizualizarea unor structuri care nu sunt vizibile fără utilizarea acestor substanţe şi caracterizarea mai bună a leziunilor în vederea elaborării unui diagnostic corect.

Trebuie reţinut faptul că substanţele de contrast **nu sunt produse medicamentoase** în sensul strict al cuvântului deoarece nu produc nici un efect terapeutic, ele trebuie cunoscute pentru că recomandarea utilizării lor să ţină cont de **riscurile** la care poate fi expus bolnavul şi să fie apreciat **beneficiul** ce poate fi obţinut în urma acestor examinări proporţional cu riscul care-l comportă.

Substanţele de contrast sunt constituite din elemente sau compuşi cu o greutate specifică diferită de a ţesuturilor examinate şi care intrând în spaţii virtuale sau în cavităţi naturale realizează un mulaj şi produc imagini de:

- o opacitate corespunzătoare în cazul substanţelor de contrast radioopace
- o transparenţă majoră în cazul substanţelor de contrast radiotransparente sau gazoase.

Substanțele de contrast radioopace pot fi utilizate și în scopul opacifierii structurilor vasculare și implicit a creșterii intensității organelor care prezintă vascularizație proprie, precum și a modificărilor patologice.

IV.2. Substanțele de contrast utilizate în radiologia convențională

Substanțele de contrast utilizate în radiologie pot determina un contrast negativ, înnegrind structura interesată, un contrast pozitiv, determinând apariția culorii albe la nivelul structurii pe care o examinăm sau se poate realiza un dublu contrast prin asocierea celor două menționate anterior.

Substanțele de contrast ce determină un contrast negativ în radiologia convențională sunt reprezentate de aer sau alte gaze, ca de exemplu gaz carbonic sau gaze inerte. Utilizarea substanțelor de contrast negativ au ca scop:

- completarea conținutului gazos deja existent al unui organ cavitar
- aprecierea morfologiei unei cavități virtuale (peritoneu, pleură, etc)
- disocierea unor structuri solide limitrofe (pneumomediastin, retropneumo-peritoneu etc) – această metodă are la ora actuală doar un interes istoric
- crearea unui contrast negativ în spații limitate de structuri cu densități identice (ventriculi cerebrali, articulații etc) - metoda însă a fost abandonată odată cu apariția ecografiei, CT, IRM, având în vedere riscul crescut de apariție a emboliilor gazoase.

Substanțele de contrast utilizate în mod curent în radiologia medicală sunt cele care realizează un contrast pozitiv. Aceastea sunt reprezentate de două mari categorii și anume substanțe baritate și substanțe iodate. Ambele substanțe au un număr atomic mare determinând o absorbție crescută a razelor X și astfel realizează o opacifiere a structurilor interesate.

Substanțele de contrast ce utilizează bariul sunt substanțe insolubile și se utilizează sub forma unei săruri insolubile de sulfat de bariu. Sulfatul de bariu este insolubil în apă și în mediile cu ph-uri variate ale tractului digestiv, are număr atomic mare și nu se resoarbe la nivelul mucoasei digestive. Astfel el constituie substanța de contrast de elecție pentru studiul organelor cavitare abdominale. Fiind insolubil, prin amestecul dintre sulfatul de bariu și apă se realizează o suspensie. Administrarea substanței de contrast baritate se realizează doar per os sau prin clismă, rolul ei fiind acela de a opacifia lumenele digestive.

Administrarea per os a substanței baritate este utilizată pentru realizarea unui examen eso-gastro-duodenal sau a unui examen de intestin subțire, în timp ce clisma baritată este folosită pentru examinarea intestinului gros, examen care poartă denumirea de irigografie. Toate aceste tipuri de examinare sunt examene fluoroscopice, urmate de realizarea de clișee radiografice în funcție de patologie. Niciodată substanța de contrast baritată nu se administrează intravenos.

Substanțele de contrast baritate au ca și contraindicații de administrare următoarele situații:

- în cazul suspicionării unei fistule digestive sau a perforațiilor pentru că în aceste situații există riscul de pătrundere în cavitatea peritoneală a bariului, iar sulfatul de bariu este iritant pentru peritoneu
- în cazul existenței unei ocluzii intestinale, pentru că sulfatul de bariu precipită determinând formarea de conglomerate, care pot agrava o ocluzie.

Substanțele de contrast iodate sunt substanțe hidrosolubile, incolore și stabile în condiții de depozitare adecvate (loc uscat, întunecos și fără expunere la radiații X).

Substanțele de contrast iodate sunt destinate explorării:

- altor lumene decât cele digestive
- pentru lumene digestive în cazul contraindicațiilor sulfatului de bariu.

Acest tip de substanțe de contrast sunt utilizate pentru opacifierea:

- vaselor sanguine (arteriografie, flebografie) când substanța de contrast este administrată intravenos sau intraarterial,
- căilor biliare (colangiografie anterogradă sau retrogradă) când substanța de contrast este administrată direct, prin injectare în căile biliare,
- căilor excretorii urinare (urografie intravenoasă, ureteropielografie retrogradă sau percutană, uretrografie, cistografie), când substanța de contrast este administrată fie intravenos, fie direct prin injectare în căile urinare,
- canalului rahidian (mielografie), când substanța de contrast este administrată direct prin injectare în canalul rahidian,
- articulațiilor (artrografie), când substanța de contrast este administrată direct prin injectare intr-o articulație,
- tub digestiv, când substanța de contrast este administrată per os sau prin clismă,
- fistulelor, când substanța de contrast este administată direct prin injectare la nivelul traiectului fistulos, retrograd.

Administrarea de substanțe de contrast iodate este contraindicată în cazul existenței riscului de reacții adverse la acestea.

Examinarea în dublu contrast este o examinare care se realizează doar la nivelul tubului digestiv și care cuprinde cel puțin două etape și anume prima este administrarea de substanță de contrast baritată, urmată de administrarea de aer. Acest tip de examinare este utilizată pentru o mai bună vizualizare a leziunilor mici de la nivel digestiv.

- depind de caracteristicile fiziologice ale fiecărei substanțe (osmolaritate, vâscozitate, încărcătură electrică, capacitate de chelare a calciului, conținutul de sodiu),

- apar mai frecvent la pacienții cu insuficiențe de organ, manifestându-se cel mai frecvent sub forma nefrotoxicității.

O altă clasificare, mai frecvent utilizată, a reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate intravascular este cea în care acestea sunt:

- renale
- nonrenale.

Reacțiile adverse nonrenale, în funcție de momentul apariției, pot fi imediate sau tardive. Cele imediate se clasifică la rândul lor în reacții minore, intermediare și grave.

Reacțiile minore includ:

- greață, vărsături, prurit, eritem, cefalee, urticarie moderată
- sunt de intensitate mică
- nu necesită tratament
- dispar spontan odată cu terminarea injectării
- frecvența este mai mare pentru substanțele hiperosmolare (5-15%).

Reacțiile medii includ:

- simptomele reacțiilor minore cu intensitate mai mare
- hipotensiunea
- bronhospasmul
- apar în 1-2% din cazurile injectate cu substanțe hiperosmolare
- necesită tratament care induce de regulă remisia promptă.

Reacțiile grave au potențial fatal și includ tabloul reacțiilor medii la care se adaugă:

- convulsii,
- pierderea cunoștinței,
- edem laringian,
- edem pulmonar,
- aritmii cardiace și stop cardiorespirator.
- frecvența lor pentru substanțele hiperosmolare este de 0,2-0,06%.

Toate aceste reacții au o frecvență de aproximativ 5 ori mai mică în cazul folosirii substanțelor de contrast cu osmolaritate joasă sau izoosmolare, motiv pentru care utilizarea mediilor de contrast cu osmolaritate joasă este preferabilă folosirii substanțelor de contrast hiperosmolare asociată cu profilaxie cu corticosteroizi.

Reacțiile non-renale tardive nu amenință de regula viața și cuprind stări flu-like, parotidite, dureri abdominale, greață și vărsături. Fiziopatologia acestor reacții este incomplet cunoscută.

Reacțiile adverse la nivel renal sunt descrise clasic cu termenul de nefrotoxicitate a substanței de contrast și este definită drept reducerea funcției renale, fiind exprimată prin creșterea creatininemiei cu 25% sau 44 µmol/l și ele pot să apară în maxim trei zile după administrarea intravasculară a unei substanțe de contrast, fără depistarea unei etiologii alternative.

Rinichiul este principalul organ asupra căruia acționează substanțele de contrast iodate, acestea fiind eliminate în proporție de 99% pe această cale, cu reducerea nivelului plasmatic la jumătate după 2 ore și cu 75% după 4 ore de la administrarea intravasculară.

În plus, prin reabsorbția apei filtrate glomerular în proporție de 99% concentrația substanței de contrast în urină este de 50-100 de ori mai mare decât în plasmă.

Astfel la pacienții cu alterarea funcției renale, eliminarea contrastului iodat este prelungită cu creșterea concomitentă a eliminării extra-renale prin ansele intestinale și pe cale biliară. Acumularea la nivelul veziculei biliare a contrastului iodat nu traduce însă obligatoriu o afectare a funcției renale, acest aspect fiind prezent și la pacienți cu funcție renală normală.

Efectele secundare care pot apare în urma administrării de substanțe de contrast iodate intravascular se pot clasifica în:

- **modificări hemodinamice** – determinând creșterea presiunii în arterele pulmonare, creșterea volumului sanguin total și a debitului cardiac, diminuarea rezistenței periferice și pulmonare;
- **reacții anafilactoide** - determinate de eliberarea de histamină, bradichinină, cu activarea sistemului complement; nu există reacție de tip antigen-anticorp;
- **efecte cardiace** – care constau în diminuarea frecvenței și a contractilității miocardului, vasodilatație coronariană;
- **efecte renale** - insuficiență renală acută;
- **efecte asupra globulelor roșii** - rigidizare și modificări de agregabilitate;
- **efecte asupra coagulării** - efect anticoagulant;
- **efecte asupra endoteliului vascular** - determinând fenomene inflamatorii cu formare de trombi.

IV.5. Metode de prevenire și combatere a incidentelor și accidentelor post-administrare a substanțelor de contrast

Pentru a se reduce riscul de apariție a reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate intravascular trebuie în primul rând să fie cunoscuți

factorii de risc implicați, însă absența acestor factori de risc nu garantează că aceste reacții adverse nu apar postinjectare de substanțe de contrast iodate.

Cei mai importanți factori de risc cunoscuți sunt:

1. Risc renal - insuficiență renală, tratament concomitent cu medicamente antiinflamatorii nesteroidiene. Pentru a putea fi cunoscută starea funcției renale și pentru a preveni riscul apariției reacțiilor adverse este obligatoriu ca bolnavii să se prezinte înainte de efectuarea unei examinări care presupune injectarea de contrast iodat cu valorile ureei și creatininei.

2. Risc anafilactoid - astm, antecedente de reacții adverse la injectarea de contrast iodat, precum și alte antecedente alergice medicamentoase sau alimentare. Dintre alimente se cunoaște că nucile conțin iod, așa că alergia la nuci poate fi contraindicație de administrare de contrast iodat intravascular.

3. Risc cardiovascular - insuficiență cardiacă, hipertensiune arterială malignă, cunoscute fiind efectele substanțelor de contrast iodate asupra sistemului cardiovascular.

4. Alți factori de risc - diabet, mielom multiplu, lupus.

Factorii de risc care predispun la apariția reacțiilor adverse de tip non-renal sunt:

- existența reacțiilor adverse în antecedente, antecedente de astm, bronhospasm, alergie sau atopie, suferințe cardiace, deshidratare, boli hematologice (sickle-cell anemia, policitemie, mielomatoza), nou-născuți, pacienți foarte vârstnici, medicamente (β blocante, interleukina 2, AINS).

O modalitate de prevenire a reacțiilor adverse este identificarea acestor factori și evitarea folosirii de substanțe de contrast hiperosmolare.

Este recomandabilă utilizarea în aceste cazuri de posibile reacții adverse:

- a substanțelor de contrast cu osmolaritate joasă,
- injectarea unei substanțe hiperosmolare precedată de administrarea de metilprednisolon per os cu 12 ore și 2 ore înainte de injectare.

Prevenirea reacțiilor adverse se face prin respectarea următoarelor reguli:

- indicația de examinare să fie corectă;
- anamneză amănunțită;
- explicarea în detaliu a procedurii;
- administrarea unei cantități maxime de 1,5 ml/kg corp;
- utilizarea de substanțe de contrast iodate hipo-/ izoosmolare
- hidratare bună a pacientului, preexaminare și postexaminare, și anume administrarea de perfuzii cu ser fiziologic 100 ml/h începând cu 4 ore înainte de administrarea contrastului iodat și continuate 24 de ore după injectare este recomandată pacienților cu afectare renală preexistentă (diabetici).

- metodele de testare a sensibilității la iod precum testul sublingual, conjunctival sau ocular, intradermic sunt total neindicate având în vedere că pot produce o sensibilizare la iod, iar la administrarea de substanță de contrast intravasculară poate apare o reacție adversă gravă; singurul test care se poate face în siguranță pentru pacient este administrarea de substanță de contrast iodată intravenos în cantitate mică, lucru care se realizează la orice injectare în timpul verificării permeabilității liniei venoase,
- premedicație - corticoizi și antihistaminice.

În timpul injectării substanței de contrast iodate trebuie să fie urmăriți următorii parametrii:

- **respirația** - dispneea inspiratorie și stridorul indică edem laringian,
  - dispneea expiratorie indică bronhospasm;
- **culoarea tegumentelor** - cianoză (hipoxie), roșeață (manifestări anafilactoide), paloare (reacție vaso-vagală);
- **aspectul cutanat** - urticarie, edem facial;
- **tensiunea arterială și AV** - tahicardia indică șoc anafilactic sau colaps cardiovascular,
  - bradicardia indică șoc vagal.

Tratamentul reacțiilor adverse la administrarea de substanțe de contrast iodate diferă în funcție de gravitatea acestora, dar indiferent de gravitate el trebuie să fie prompt, pacientul trebuie să aibe două linii venoase care să asigure administrarea medicamentelor intravenoas. Fără a se intra în detalii terapeutice trebuie să fie știut că *administrarea i.v. de calciu* poate diminua reacțiile ușoare sau medii ținând cont de faptul ca substanțele de contrast iodate sunt chelatoare de calciu, producând o hipocalcemie pasageră. Însă această administrare de calciu trebuie făcută doar în condițiile în care se cunosc antecedentele pacientului și tratamentele curente ale acestuia, pentru că o serie de medicamente contraindică administrarea de calciu intravenos. De asemenea oxigenul este indispensabil într-o secție de radiologie care utilizează administrarea de substanțe de contrast intravscular. Trebuie de asemenea cunoscut faptul că este necesar ca să fie la îndemână soluții perfuzabile, de ser fiziologic sau Ringer, hemisuccinat de hidrocortizon, antihistaminice, precum și alte medicamente specifice fiecărei posibile reacție adversă în parte.

Un incident care poate apare în momentul injectării de substanță de contrast iodată intravenos este extravazarea acesteia la locul injectării. În momentul sesizării acestui tip de incident trebuie oprită imediat administarea contrastului și se aplică local pungă cu gheață, urmată de unguent cu hialuronidază, altfel există riscul unei necroze locale extinse.

IV.6. Substanţele de contrast utilizate în ecografie

Substanţele de contrast utilizate în ecografie se bazează pe observaţia că microparticulele de aer cresc reflexia fascicolului de ultrasunete, ducând la creşterea intensităţii semnalului receptat.

Astfel, microbule de dioxid de carbon injectate intravenos cresc ecogenitatea vaselor şi a oricărei leziuni vascularizate, reducându-se dimensiunile leziunilor detectate (creşte sensibilitatea metodei), mai ales în cazul leziunilor izoecogene cu un parenchim dat.

Dimensiunile microbulelor sunt de câţiva microni permiţând trecerea fără probleme prin capilare.

Pentru asigurarea duratei necesare examenului, microbulele sunt ataşate altor componente (galactoza - Echovist, Levovist, microsfere de albumină umană – Albunex), eventual protejate cu un strat de acid palmitic 0,1% (Levovist) sau fosfolipide (Sonovue, Definity), prevenind astfel difuzia rapidă a aerului în interstiţiu şi conferă stabilitate la variaţiile de presiune. Astfel contrastul persistă de la 60 secunde până la 7 minute.

Principalele indicaţii ale substanţelor de contrast ecografice sunt :

- evaluarea tumorilor hepatice (se poate aprecia vascularizaţia şi dimensiunea zonelor de necroză),
- evaluarea ramurilor venoase portale în ciroză,
- şunturile TIPS,
- stenoza de arteră renală,
- stenoza strânsă a arterelor carotide,
- sonosalpingografie (evaluarea permeabilităţii conductelor tubare).

Reacţiile adverse sunt practic inexistente după administrarea intravenoasă a substanţelor de contrast ecografice.

IV.7. Substanţele de contrast utilizate în rezonanţa magnetică (IRM)

Substanţele de contrast utilizate în rezonanţa magnetică îşi datorează efectul modificării timpului de relaxare spin-reţea (T1) şi spin-spin (T2). Ele sunt denumite substanţe de contrast paramagnetice şi conţin ioni cu unul sau mai mulţi electroni liberi.

Efectul pe timpul de relaxare protonică (proton relaxation time) apare datorită interacţiunii dipolului magnetic electronic al substanţei de contrast cu dipolul magnetic al protonilor vecini. Datorită faptului că dipolul magnetic electronic este de

1000 ori mai mare decât al protonului cantitatea de substanţă paramagnetică necesară pentru a reduce timpul de relaxare este foarte mică.

Dintre toţi atomii, gadoliniul (Gd), un element natural rar, are efectul de relaxare cel mai puternic. Magnevist este un agent de contrast nespecific extracelular, cu o toleranţă foarte bună la administrarea intravenoasă, el având în componenţă gadoliniu. Este utilizat în secvenţele ponderate T1 pentru vizualizarea vaselor şi a cordului (angio-IRM) sau caracterizarea leziunilor cu diferite localizări (similară utilizării compuşilor iodaţi în CT, dar Magnevistul are avantajul absenţei nefrotoxicităţii, putând fi administrat pacienţilor cu insuficienţă renală), doza uzuală este de 0,1mmol/kgcorp. Timpul de înjumătăţire plasmatică este de aproximativ 90 min, eliminarea fiind aproape integral renală. Reacţiile adverse la Magnevist sunt rare, de intensitate redusă şi necesită de regulă doar tratament simptomatic şi urmărire, dar din păcate în ultimii ani au fost raportate şi reacţii adverse de tipul şocului anafilactic.

Dezvoltarea produşilor de contrast a dus la apariţia unor substanţe cu specificitate de organ, în mod special hepatici. Gadobenatul de dimeglumină (Gd-BOPTA - Multihance) este exponentul unei clase de agenţi de contrast specifici hepatobiliari extracelular, având efect de scurtare T1 şi eliminare biliară între 2 şi 5%, restul fiind pe cale renală.

Altă categorie de substanţe de contrast specifice cu localizare intracelulară include agenţii cu particule degradabile de oxid de fier. Aceste particule sunt fagocitate de sistemul reticulo-endotelial din ficat (celule Kupffer - predominant, până la 80% din doza injectată), splină (macrofagele din pulpa roşie) şi măduva hematopoetică, determinând reducerea semnalului în ţesuturile normale. Ţesuturile care nu conţin acest tip de celule, de regulă ţesuturi tumorale, nu vor fagocita particulele de oxid de fier păstrând un semnal de intensitate ridicată, fiind mai bine vizualizate după folosirea acestui tip de contrast. De reţinut este faptul că acest tip de substanţe de contrast sunt asociate secvenţelor ponderate T2. Ele pot fi utilizate atât pentru contrastul parenchimului hepatic cât şi vascular.

O altă substanţă de contrast cu specificitate hepatobiliară este Mangofodipirul trisodium (Mn-DPPD - Teslascan) care produce o scurtare a T1 în ficatul normal (intensitate crescută a semnalului), leziunile patologice apărând în hiposemnal. Se elimină în proporţie mare (>40%) pe cale biliară, iar reacţiile adverse sunt rare, cu o incidenţă de 1-2%, reacţiile anafilactoide severe fiind de 6 ori mai rare decât în cazul substanţelor de contrast non-ionice.

IV.8. Rolul asistentei în administrarea substanţelor de contrast intravenoase

- la indicaţia medicului radiolog, sau împreună cu acesta, face interogatoriul pacientului pentru depistarea unor eventuale antecedente patologice alergice. Insistă în interviu asupra compatibilităţii pacientului în raport cu diverse medicamente, în special antibiotice şi antiinflamatorii, cât şi cu alimente puternic alergene (căpşuni, mure, fragi, nuci - cu conţinut mare de iod). O atenţie deosebită, care de fapt constituie şi contraindicaţie absolută a administrării substanţelor de contrast iodate, o constituie tratamentul cu substanţe medicamentoase care conţin iod (tratament endocrin).

- se asigură că după interviu pacientul în deplină cunoştinţă de cauză semnează formularul de consimţământ, cu privire la acordul pentru efectuarea examinării, precum şi a administrării sau nu a substanţei de contrast.

- verifică data de valabilitate a flaconului de substanţă de contrast.

- se asigură că substanţa de contrast este la o temperatură de cca 30°C. În situaţia în care substanţa de contrast este rece va proceda la încălzirea ei în sisteme dedicate.

- montează în condiţii de asepsie şi antisepsie branulă pentru administrarea substanţei de contrast. Calibrul branulei este decis de medic în funcţie de debitul şi viteza necesare injectării substanţei de contrast.

- în situaţia în care pacientul se prezintă cu branulă deja montată se verifică permeabilitatea acesteia.

- asistă sau injectează sub supravegherea medicului substanţa de contrast. Substanţa de contrast nu se administrează în flux continuu, ci cu o întrerupere a injectării de cca 10-15 sec de la debut, şi după administrarea a maxim 1 ml substanţă de contrast intravenos. Se observă cu atenţie orice fel de reacţie a pacientului; aceasta constituie tehnica cea mai fiabilă de testare a unor eventuale reacţii alergice la administrarea de substanţă de contrast intravenos.

- după administarea substanţei de contrast intravenos asistenta debarasează materialele utilizate pe care le evacuează în recipiente conform legislaţiei în vigoare.

- **ATENŢIE:** flaconul de substanţă de contrast utilizat se păstrează 24 de ore de la injectare pentru eventuale sesizări a firmei producătoare/distribuitoare.

- pe timpul injectării asistenta este obligată să supravegheze eventualele incidente de injectare (efracţia vasului, administrare paravenoasă, întreruperea circuitului de injectare – în cazul utilizării seringilor automate de injectare).

- după injectare branula se păstrează minim 30 de minute, după care în situaţia evoluţiei favorabile a pacientului, ea poate fi suprimată.

- la suprimare se asigură asepsia, antisepsia şi pansamentul locului de injectare.

Capitolul V

APARATUL DE RADIOLOGIE CONVENŢIONALĂ

C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

V.1. Componenţa aparatului de radiologie

Orice aparat de radiologie este alcătuit dintr-o serie de echipamente şi subansamble:

- Tub radiogen cu accesoriile sale
- Generator, care are în alcătuirea sa:
  - Transformatoare
  - Redresoare
  - Temporizatoare
  - Linii de alimentare
- Pupitru de comandă
- Masă de radiografie
- Stativ de radiografie
- Ecran de fluoroscopie – pentru echipamentele cu două posturi (de grafie şi scopie)
- Sertar portcasetă.

Generatorul este acea parte a aparatului de radiologie care asigură formarea curentului electric specific funcţionării tubului radiogen şi funcţionarea echipamentelor anexă. Curentul care ajunge la generator din reţeaua electrică a unităţii deţinătoare a aparatului de radiologie este curent alternativ de 220 sau 380 V. Tubul trebuie asigurat cu curent continuu cu tensiune de ordinul kilovolţilor şi intensitate mică de ordinul miliamperilor. Acest deziderat se rezolvă cu ajutorul transformatoarelor şi a redresoarelor.

Orice generator are în construcţie două transformatoare, unul de înaltă tensiune, care transformă curentul de la reţea în curent cu tensiuni între 40-150 kV, în raport cu caracteristicile tubului şi un alt transformator de joasă tensiune, care transformă curentul de la reţea în curent de 20V, care asigură prin circuitul de joasă tensiune încălzirea filamentului catodic.

Transformatorul este alcătuit dintr-un primar şi un secundar. La nivelul primarului ajunge tensiunea de la reţea, iar la nivelul secundarului tensiunea este multiplicată cu factorul de transformare, ieşind un curent de ordinul kilovolţilor.

Intensitatea care va fi debitată de secundar va fi egală cu cea furnizată de primar, împărţită cu factorul de transformare şi care va ajunge de ordinul miliamperilor. Pentru disiparea căldurii transformatoarele se află în baie de ulei mineral.

Prin transformare se obţine un curent cu altă tensiune şi intensitate, dar de fapt este tot un curent alternativ. Pentru a avea asigurat curentul continuu cu care se asigură funcţionarea tubului sunt necesare redresoarele de curent.

Curentul alternativ este sinusoidal. **Redresorul** are rolul de a "amputa" acea porţiune "inversă" a sinusoidei (fig. 12).

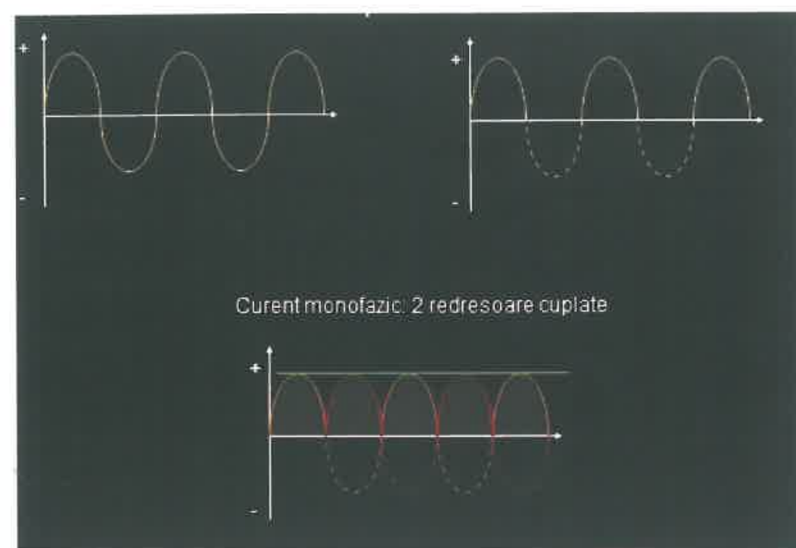


Figura 12. Principiul redresorului

După caracterele lor constructive redresoarele care se utilizează la aparatele de radiologie sunt clasificate în:

- Supape cu vid
- Redresori uscaţi

Pentru un curent trifazic avem nevoie de lanţuri de câte 6 redresoare (fig. 13).

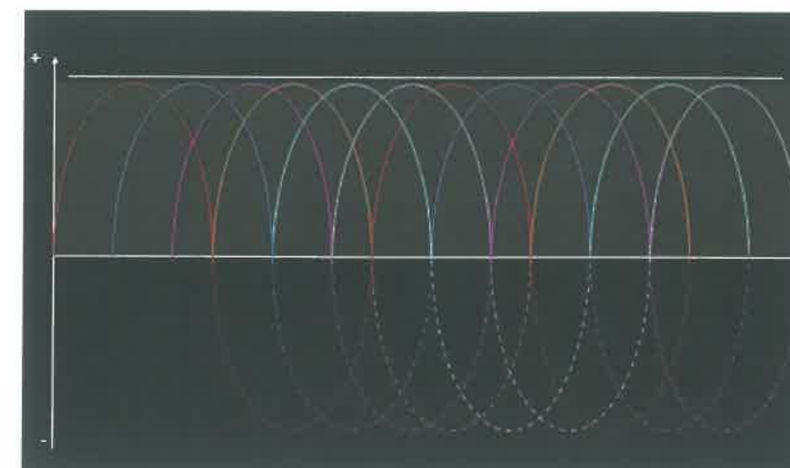


Figura 13. Curent trifazic cu 6 redresoare

În acest fel orice instalaţie radiologică are două circuite electrice complet separate:

- Un circuit de joasă tensiune, care asigură alimentarea filamentului catodic şi încălzirea lui.
- Un circuit de înaltă tensiune, aflat între catod şi anod şi care creează o diferenţă mare de potenţial asigurând o viteză mare de deplasare a fascicolului electronic, respectiv o energie mai mare de izbire a electronilor de anod.

Temporizatoarele sunt dispozitive electronice care controlează alimentare electrică a tubului, dar şi a echipamentelor auxiliare ale aparatului de radiologie convenţională.

Au doi timpi de funcţionare:

- Timp de pregătire

Acesta asigură:

- încălzirea filamentului catodic
- accelerarea anodului la viteza de rotaţie optimă
- conectarea circuitelor de măsurare şi control
- armarea echipamentelor auxiliare (grila, iontomat, etc.)
- deconectarea şi izolarea circuitului de scopie (la aparate cu 2 posturi)

- Timp de poză

Acesta asigură:

- emisia de curent de înaltă tensiune
- punerea în funcţiune a echipamentelor auxiliare
- măsurarea timpului de emisie a fasciculului

Liniile de alimentare sunt reprezentate de cablurile care asigură legătura între sursa de curent de la rețea și transformatoare. Ele trebuie să fie din cupru, cât mai scurte posibil și groase, în funcție de parametrii aleși de constructor.

Pupitrul de comandă

Cuprinde cel puțin următoarele mecanisme de control:

- buton pornire/oprire
- selector de focar (pentru tuburile cu 2 focare)
- comutator scopie/grafie (pentru aparatele cu 2 posturi)
- aparate de măsură și control pentru cei 3 parametri ai expunerii:
  - tensiune (KV)
  - intensitate (mA)
  - timp.

Se pot modifica manual cel puțin doi parametri, al 3-lea fiind ajustat automat.

Aparatele moderne au regimuri presetate (în memoria aparatului) pentru diverse tipuri de expunere în funcție de segmentul anatomic de radiografiat.

Coloana port-tub

- susține tubul și accesoriile acestuia (cupola, centror, diafragme, filtre)
- permite mișcarea controlată a tubului în cel puțin 2 axe (inclusiv rotația).

Masa de radiografie este echipamentul care permite examinarea bolnavului în decubit.

Poate fi:

-fixă sau cu platou mobil

-orizontală fixă sau basculantă (pentru posturile de fluoroscopie, când poziția ei este vertical, dar poate fi culcată)

Poate conține alte accesorii:

- grila Bucky
- iontomat
- selector de film
- schimbător de film.

Stativul vertical:

- pentru examinarea bolnavului în ortostatism
- mobil numai pe axul vertical (înălțime reglabilă)
- poate conține alte accesorii:
  - grila Bucky
  - iontomat.

Grila antidifuzoare

Este un dispozitiv alcătuit din lame fine de plumb, separate între ele de material radiotransparent, orientate astfel încât să coincidă cu conicitatea fascicolului incident de radiații. Ea are rolul de a opri radiația difuzata care să impresioneze filmul radiografic (vezi Noțiuni de radiofizică).

Tubul radiogen (fig. 14) este construit pe principiul tubului Coolige, fiind alcătuit dintr-un tub, fabricat tradițional din sticlă, un catod și un anod. Acest conținător de sticlă are în interior un grad înaintat de vid. La tuburile moderne sticla a fost înlocuită cu materiale ceramice sau chiar metal.

Catodul este o piesa de obicei cilindrică, care găzduiește un filament din tungsten. Filamentul încălzit reprezintă furnizorul de electroni. Aceștia sunt organizați într-un fascicol, considerat linear, dar de fapt conic, datorită acelei piese metalice care este corpul catodului și care se numește piesă de concentrare.

La tuburile moderne, care au anodă rotativă și care au putere mare, există două filamente.

Anodul este cea de a doua piesă metalică a tubului radiogen. Ea este plasată la celălalt capăt al tubului radiogen, în ax cu catodul, fiind supus bombardamentului electronic provenit de la filamentul acestuia. Pentru a asigura proiecția corectă a fascicolului fotonic creat la acest nivel, anodul are un unghi de pantă pe suprafața acestuia, de cca 15-20^0, formând o pistă circulară la periferie. În cazul tuburilor cu două filamente, angulația suprafeței anodului este dublă, câte o pantă pentru fiecare fascicol de electroni proveniți de la filamente, deci au două piste. Pentru o mai bună disipare a căldurii generate de bombardamentul electronic suprafața anodului este de obicei mare, dar se are în vedere că o suprafață prea mare poate determina vibrații.

Pistele anodului sunt din metal cu Z mare (tungsten). Tuburile moderne, cu putere mare, au anod rotativ, acesta având un ax făcut de obicei din grafit, fiind prevăzut cu rulmenți. Anodele rotative au o rotație de cel puțin 3000 de rotații pe minut și maxim 9000 de ture pe minut. Cu cât viteza de rotație este mai mare cu atât răcirea anodului este mai eficientă, iar bombardamentul fiecărui punct de pe pistă se face mai rar.

Locul de pe pista anodului unde ajunge fascicolul electronic poartă numele de focar optic. El are forma unui pătrat, proiectat pe suprafața pistei. Cu cât suprafața lui este mai mică cu atât imaginea este mai netă, fascicolul fotonic fiind mai concentrat. Dimensiunile focarului optic este variabilă, cele mai mici fiind de 0,1-0,3 mm.

Locul prin care fascicolul fotonic este proiectat să iasă din tub poartă numele de focar real.

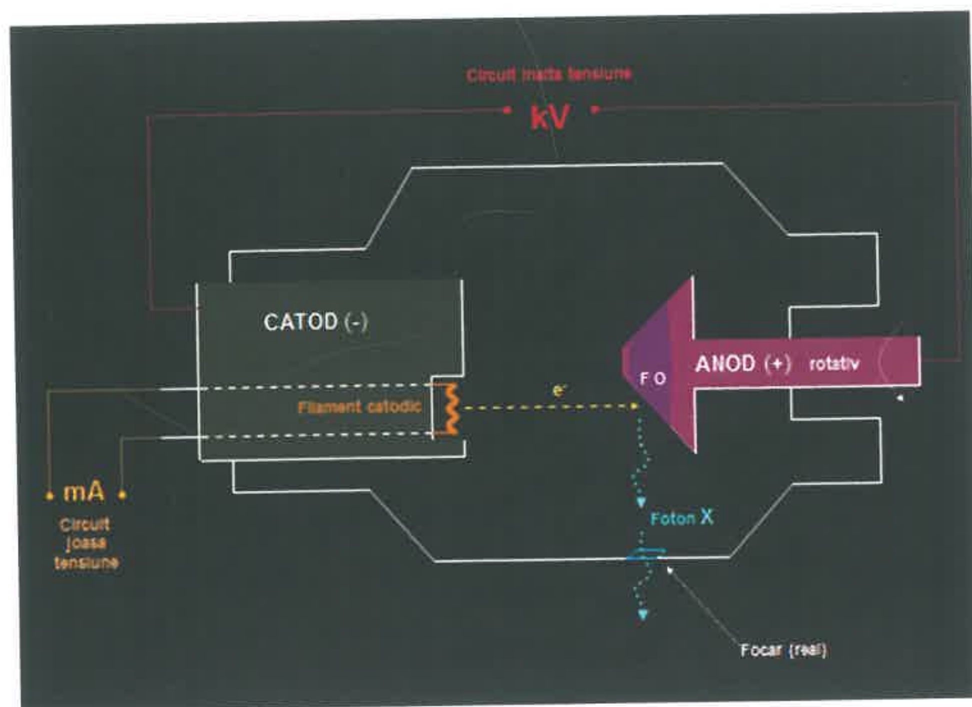


Figura 14. Schema tubului

Cupola

Este un recipient metalic, de obicei de formă cilindrică, fabricat din oţel, echivalent a 3 mm plumb, în care este poziţionat tubul radiogen. Cupola este umplută cu ulei mineral, care are rol de absorbţie, disipare a căldurii emanate de tub.

Este prevăzută cu trei orificii: două la extremităţi, prin care intră cablurile care alimentează tubul şi un orificiu, acoperit etanş cu material radiotransparent, prin care iese fascicolul de radiaţii produs de tub.

Atunci când se introduce tubul în cupolă trebuie orientat şi centrat perfect pentru că este primul pas în dimensionarea şi centrarea fascicolului.

Filtrele

Se află imediat sub cupolă având rolul de a omogeniza fascicolul de raze X. La ieşirea din tub fascicolul nu este perfect omogen ca intensitate, iar filtrele, care sunt din aluminiu şi cupru au rolul de a opri fotonii cu energie inferioară celei pentru care este reglat generatorul.

Blocul de diafragmare şi centrare

Este un dispozitiv de formă de obicei cubică prevăzut cu lame metalice care glisează în sens linear sau în iris, numit sistem de diafragme, cu rolul de a dimensiona

mai exact fascicolul incident, respectiv suprafaţa de expunere pe segmentul de radiografiat.

În interiorul blocului există un sistem luminos, numit centror, care traversează o miră de vizare exactă a punctului în care fascicolul trebuie să ia contact cu ţinta, astfel încât raporturile între planurile sagitale şi frontale ale ţintei să fie orientate perfect pentru a obţine o imagine diagnostică exactă.

Iontomatul

Este un sistem de control automat al expunerii (AEC).

Principiul de funcţionare este contorizarea numărului de fotoni X care îl traversează pe unitatea de suprafaţă; are rolul de reglare automată a parametrilor electrici de expunere astfel încât să se obţină numărul presetat de fotoni (calitatea fascicolului) aflat în programul automat de expunere pe segmente, cu care este dotat echipamentul radiologic, astfel încât calitatea imaginii radiologice să fie corespunzătoare pentru diagnostic fără a iradia excesiv subiectul. Întregul proces are loc în timpul expunerii.

Este localizat în interiorul mesei / stativului vertical, în faţa casetei. Plaja de repartiţie a fascicolului poate fi presetată, existând trei celule de citire, două laterale şi una centrală.

V.2. Tipuri de aparate radiologice

În practica radiologică se utilizează mai multe tipuri de aparate radiologice convenţionale.

Vom prezenta pe scurt aceste tipuri de echipamente cu care ne putem întâlni în laboratoarele de radiologie şi imagistică medicală.

Pentru efectuarea radiografiilor "de uz general" se utilizează **aparatele fixe de radiografie**. Ele au în constituire părţile mari menţionate mai sus. Elementele de specificitate sunt următoarele:

- generator de înaltă frecvenţă de 65-85 kW
- masă orizontală universal motorizată
- mişcare pe minim trei direcţii a blatului orizontal
- stativ vertical
- echipamentele moderne prezintă:
  - sistem de reglare automată a parametrilor electrici (iontomat)
  - sisteme de digitalizare sau achiziţie direct digitală a imaginii.

Masă basculantă pentru examene fluoroscopice şi radiografice

- generator de înaltă frecvenţă 50-65 kW
- masă basculantă universal înclinabilă +90/-30
- mişcare blat orizontal în patru direcţii
- expunere în toate direcţiile, vertical sau oblic
- tubul şi coloana port-tub se pot roti +/- 180
- cuplare automată cu dispozitiv Bucky
- amplificator de imagine
- sistem automat de reglare a parametrilor electrici
- radiografie digitală sau analogă
- cele digitale sunt echipate cu:
  - sistem de arhivare
  - interfaţă DICOM.

Aparat mobil de radiografie

- generator de înaltă frecvenţă 3,5-30 kW
- masa de comandă încorporată
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă, fixat pe un braţ mobil şi extensibil
- mobilitate deosebită a aparatului
- alimentare la reţea 220V, 50/60 Hz.

Aparat de radiografie mobil cu braţ în C

- aparat mobil pentru sălile de operaţie
- generator monobloc de înaltă frecvenţă 3,3 kV
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă
- regim de radioscopie
- amplificator de imagine.

Aparat de mamografie

- generator monobloc de înaltă frecvenţă
- tub radiogen cu anodă fixă / rotativă cu două axe de rotaţie
- stativ monobloc pentru pupitrul de comandă, tub şi suport portcasetă
- suport portcasetă pentru dimensiuni 18/24 cm şi 24/30 cm.

Capitol VI

ECOGRAFIA

Iulia Alecsandra Sălcianu

VI.1. Generalităţi

Ecografia este o metodă imagistică diagnostică şi terapeutică, care utilizează undele ultrasonore.

Ecografia este un rezultat al dezvoltării tehnologiei sonarelor în timpul celui de-Al Doilea Război Mondial. Un dispozitiv portabil pus în contact cu pielea pacientului produce unde ultrasonore de frecvenţă înaltă şi recepteazǎ ecourile trimise de către organele interne.

Deşi a fost utilizată pentru prima dată în anii '50 ai secolului XX această metodă de obţinere a imaginilor clinice s-a folosit mai ales după dezvoltarea calculatoarelor. Ecografia nu se utilizează la examinarea oaselor şi plămânilor, dar se foloseşte foarte mult în obstetrică, unde imaginile pot fi utilizate pentru localizarea placentei şi stabilirea vârstei, poziţiei şi dezvoltării fătului. De asemenea, imaginile ecografice se folosesc şi în alte domenii medicale, contribuind la stabilirea unui diagnostic rapid.

Ultrasunetele (US) sunt vibraţii mecanice care se propagă în mediul înconjurător (aer, fluide, diferite structuri şi ţesuturi) sub formă de unde. În funcţie de frecvenţă, undele sonore se împart în infrasunete (0-16Hz), sunete audibile (16Hz-18 kHz), ultrasunete (18kHz-150MHz) şi hipersunete (peste 150MHz).

Acestea prezintă următoarele caracteristici:

1. **Amplitudinea** (A) reprezintă deplasarea maximă a particulei într-un sens sau în altul faţă de poziţia de echilibru (puterea semnalului), de care depinde amplitudinea semnalului reflectat.
2. **Frecvenţa** (F) reprezintă numărul de oscilaţii complete pe unitatea de timp (secundă). Unitatea de măsură este Hertz (Hz), cu multiplii acestuia (kilohertz – kHz şi megahertz - MHz)

   1Hz = o oscilaţie/secundă

În ecografia medicală se folosesc undele cu frecvenţa de 2,5-20MHz (uzual 2-12 MHz).

Cu cât frecvenţa undelor ultrasonore este mai mare, cu atât scade profunzimea de penetrare, dar creşte rezoluţia spaţială, şi invers.

3. **Perioada de oscilaţie** (T) reprezintă timpul necesar particulei pentru a efectua o oscilaţie completă şi a reveni la poziţia iniţiala de echilibru. Se măsoară în secunde.
   Ca mărime, perioada este inversul frecvenţei: $T=1/F$, adică cu cât frecvenţa este mai mare, perioada de oscilaţie este mai mică şi invers.
4. **Lungimea de undă** (λ) reprezintă distanţa parcursă de unda sonoră pe durata perioadei de oscilaţie. Aceasta determină rezoluţia spaţială şi se măsoară în unităti metrice.
   Lungimea de undă a fascicolului US este invers proporţională cu frecvenţa (de exemplu, o sondă de 10MHz emite US cu o lungime de undă de 3 ori mai mică decât o sondă de 3,5MHz).
5. **Viteza de propagare** (c) a sunetului reprezintă distanţa parcursă de unda sonoră în unitatea de timp şi se măsoară în metri pe secunda (m/sec).
   Este diferită în funcţie de mediul de propagare; în mediile biologice, valoarea de referinţă este de 1540m/sec. Luând în calcul acest lucru, rezultă că sunt necesare 13microsecunde ca undele sonore să pargurgă distanţa de 1cm dus-întors.
   Viteza ultrasunetelor depinde de elasticitatea şi densitatea mediului (ţesutului) traversat, dar şi de temperatura acestuia.
6. **Intensitatea acustică** reprezintă fluxul de energie pe unitatea de suprafaţă şi se măsoară în Watt/centimetru pătrat (W/cm^2).
7. **Energia acustică** este determinată de sursa acustică, odată cu undele sonore. Se măsoară în Jouli (J).

VI.2. Proprietăţile undelor ultrasonore

1. Reflexia

Un fascicul US la nivelul unei interfeţe se va reflecta, o parte din energia fasciculului iniţial (incident) se va întoarce în mediul de provenienţă sub forma undelor US reflectate (fasciculul reflectat) sau a ecourilor ultrasonore, elemente care definesc diagnosticul ecografic.

Energia fasciculului incident reziduală după reflexie se transmite celui de-al doilea mediu în care va suferi noi fenomene de reflexie si transmisie. Energia US reflectată şi cea transmisă după reflexie mediilor următoare se află în relaţie de inversă

proporţionalitate. Cu cât se reflectă mai multă energie la nivelul unei interfeţe cu atât se transmite mai puţină energie în cel de-al doilea mediu. Se instalează astfel la fiecare interfaţă o nouă atenuare a fasciculului incident.

Direcţia fasciculului reflectat depinde de unghiul pe care-l realizează fasciculul incident cu interfaţa.

La nivelul organelor parenchimatoase, unde există interfeţe multiple, se produc reflexii multiple ale unor fascicule de energie din ce în ce mai joasă. Aceste reflexii sau ecouri depind nu numai de unghiul de incidenţă ci şi de numărul şi calitatea interfeţelor. Se produc astfel ecouri de împrăştiere (dispersie) care diminuă mult energia fasciculului incident.

2. Refracţia

Reprezintă schimbarea direcţiei de transmitere a fascicului US incident la traversarea unei interfeţe. Refracţia nu afectează examenul ecografic întrucât acelaşi traductor este utilizat ca emiţător şi receptor, iar ecourile se refractă şi în sens invers faţă de fasciculul incident.

3. Difracţia

Reprezintă deflectarea undelor US în jurul unei interfeţe mai mică decât lărgimea de bandă a semnalului sonor. Astfel, undele US se vor propaga în spatele obstacolului, fără a-şi pierde energia iniţială, generând artefacte ecografice care parazitează imaginea.

4. Difuzia

Reprezintă preluarea de către unele particule din mediul de propagare a unei cantităţi din energia incidentă şi reemiterea acestei energii în toate direcţiile. Difuzia sau dispersia stă la baza apariţiei ecourilor de împraştiere importante în generarea imaginii ecografice.

5. Absorţia (atenuarea)

Reprezintă pierderea treptată a energiei fascicului incident, în cursul propagării prin transformarea treptată a energiei acustice în energie termică şi depinde de distanţa parcursă de undă prin mediu, având ca efect scăderea intensităţii, prin conversie în caldură şi energie de legatură moleculară.

Mecanismele atenuării:

- sunt interacţiuni în urma cărora energia fascicolului incident este transmisă în direcţii diferite (difuziune, reflexie) sau absorbită de ţesut şi transformată în căldură (absorbţie).
- intensitatea semnalului US scade exponenţial cu profunzimea penetrării.
- la valori de atenuare egale, profunzimea penetraţiei este cu atât mai slabă cu cât frecvenţa este mai ridicată.
- viteza de propagare a undelor ultrasonore depinde de tipul de ţesut.
- majoritatea ţesuturilor din organism au viteze de propagare apropiate.
- aerul şi osul au însă viteze total diferite de propagare a US, ceea ce face ca imaginea să fie afectată.
- US propagate în ţesuturi sunt atenuate şi reflectate de diferitele tipuri de ţesuturi şi de interfeţele dintre acestea.
- semnalele generate de undele reflectate sunt utilizate şi interpretate pentru a obţine imaginea, precum şi informaţiile Doppler.

6. Rezoluţia

Rezoluţia este distanţa minimă între două puncte individualizate (vizualizate distinct) şi este determinată în principal de frecvenţa US produse de sondă, precum şi de calitatea echipamentului (hardware, software).

VI.3. Principiul ultrasonografiei

Ultrasunetele utilizate în diagnosticul ecografic sunt generate prin efectul piezoelectric care constă în apariţia unei diferenţe de potenţial electric între cele două suprafeţe ale unui cristal de cuarţ, atunci când acesta este supus unei deformări mecanice. Acesta este efectul piezoelectric direct. Fenomenul se produce şi în sens invers prin efectul piezoelectric invers, când un cristal de cuarţ supus unei diferenţe de potenţial va suferi o deformare mecanică şi va face ca materialul să se contracte sau relaxeze, în funcţie de caracterul pozitiv sau negativ al diferenţei de potenţial. Astfel, cristalul piezoelectric devine o sursă de vibraţii şi implict de unde acustice care vor avea aceeaşi lungime de undă cu frecvenţa semnalului electric la care este excitat. Fiecare cristal este responsabil pentru emisia/recepţia unui singur fasciul de US.

Materialele fizice utilizate pentru producerea ultrasunetelor, la nivelul transductorului sunt în principal:

- materiale electrostrictive (materiale care sub acţiunea câmp electric pot suferi o deformare mecanică): cuarţ sau ceramici sintetice de tipul zirconatului de plumb,

sau titanatului de bariu, precum şi derivaţi de mase plastice de tipul fluorurii de polivinililiden;

- materiale magnetostrictive (materiale feromagnetice care îşi schimbă dimensiunile sau forma în timpul procesului de magnetizare): săruri ale unor metale cu proprietăţi magnetice: Ni, Co, Cu, Pb.

O piesă din ceramică sintetică este caracterizată printr-o frecvenţă de rezonanţă, care reprezintă frecvenţa US emise în condiţiile randamentului maxim al conversiei energiei electrice în energie acustică. Frecvenţa de rezonanţă depinde de grosimea ceramicii, fiind prestabilită la fabricarea transductorului şi are o valoare fixă pentru fiecare transductor în parte.

În practică, se constată că rezonanţa transductorului depinde nu numai de frecvenţa de rezonanţă, ci şi de armonicele ei. Prin urmare, la aplicarea impulsurilor electrice va rezulta un spectru de frecvenţe ultrasonore, în care domină cele având valoarea frecvenţei de rezonanţă. Acest spectru de frecvenţe se numeşte lărgimea de bandă a semnalului ultrasonor, care are aspectul unei curbe gaussiene.

Frecvenţa dominantă în lărgimea de banda, care are utilitate maximă în generarea imaginii ultrasonore, poartă denumirea de frecvenţă nominală a transductorului respectiv. Aceasta se află în strânsă interdependenţă cu frecvenţa de rezonanţă 'a ceramicii. Frecvenţa nominală a unui transductor este prestabilită prin construcţia aparatului şi este nemodificabilă.

Cristalul piezoelectric este conectat prin fire electrice cu consola şi procesorul. Prin aceste conexiuni se realizează excitarea electrică a cristalului şi apoi transportul semnalului electric înspre procesor, semnal rezultat la extremităţile cristalului în momentul în care acesta este deformat de ecouri. În interiorul transductorului cristalele pot avea avea o orientare spaţială variabilă în funcţie de tipul de aplicaţie, dar grosimea lor este întotdeauna egală cu ½ din lungimea de undă a fasciculului de ultrasunete.

Fiecare cristal piezoelectric funcţionează pulsatil având o emisie scurtă şi o recepţie prelungită, raportul între cele două perioade de timp fiind de aproximativ 1:100.

Funcţionarea transductorului constă din activarea succesivă a cristalelor la o rată de baleiaj mai mare de 15 imagini/secundă, ceea ce face ca percepţia ochiului să fie aceea de cursivitate. Cu cât rata de baleiaj a imaginilor este mai mare cu atât senzaţia de cursivitate pe care o are examinatorul în timpul explorării este mai mare. Continuitatea imaginii ecografice este caracterizată prin noţiunea de "rezoluţie temporală".

Rezoluţia temporală a echipamentului ecografic este limitată de capacitatea fizică a sistemului de a genera, recepţiona, prelucra şi reprezenta semnalele acustice.

Ecourile recepţionate de către transductor sunt fundamentale (au aceeaşi frecvenţă cu a fascicolului incident) sau armonice (constituie ecouri returnate de ţesuturi având frecvenţa superioară celei din fasciculul incident). Ecourile armonice pot să contribuie la creşterea calităţii imaginii şi, respectiv, la reducerea unor artefacte.

VI.4. Aparatul de ecografie

Echipamentul ecografic (fig. 15) este alcătuit în esenţă dintr–o unitate centrală, un monitor şi din transductor.

1. **Unitatea centrală** – conţine mai multe componente importante, printre care se află:
   - receptorul – sistem multicanal de preluare şi amplificare a semnalelor electronice de mică amplitudine de la nivelul cristalelor piezoelectrice şi de filtrare a acestora înainte de intrarea în procesor.
   - generatorul de unde („beam former") – controlează secvenţa de activare a cristalelor electrice şi modulează amplitudinea impulsurilor electrice.
   - sincronizatorul principal este responsabil pentru asigurarea timpilor de emisie şi de recepţie a ultrasunetelor.
   - procesorul de semnal digital („digital signal processing") – controlează funcţionarea ecografului având funcţia de conversie a semnalulului analog în digital, generarea şi stocarea imaginilor, generarea de semnale de comandă şi fluxuri de date către modulurile Doppler.
   - conectorul sondei (sondelor) – sistem de legatură dintre sondă şi ecograf; este responsabil pentru transmisia semnalului electronic înspre sondă/ receptor şi recunoaşterea automată a tipului de sondă.
   - tastatura.



Figura 15. Aparat de ecografie

2. **Monitorul** constituie elementul de reprezentare a informaţiei ecografice în format specific.
3. **Transductorul** este responsabil pentru generarea de ultrasunete şi recepţia de ecouri. La nivelul transductorului se realizează conversia semnalului electric în vibraţie şi invers.

Structura transductorului

Transductorul este alcătuit din cristale piezoelectrice. Un cristal piezoelectric este o structură ce are la bază un cristal de cuarţ. Cristalele piezoelectrice (avand un număr, de regulă, multiplu de 16) sunt împachetate într-o carcasă rigidă, compusă dintr-o răşină epoxidică impregnată cu tungsten. Rolul carcasei este acela de a reduce la maximum vibraţiile secundare ale transductorului în momentul în care excitarea electrică se opreşte.

Tipuri de transductori

Aranjarea cristalelor în interiorul unui transductor se face în formă de „matrice". În funcţie de poziţia elementelor active, transductorii (fig. 16) se clasifică în lineare, convexe şi anulare.

- **transductorul linear:** cristalele sunt dispuse paralel, iar excitarea electrică se face succesiv de la un capăt la celălalt al sondei; utilizează frecvenţe înalte (7 - 12MHz); este folosit pentru investigarea structurilor superficiale cum ar fi glanda tiroidă, sânul, vasele periferice, structurile musculo-scheletale.
- **transductorul convex:** cristalele sunt orientate divergent, iar excitarea electrică se poate face individual sau în grup; frecvenţa este mai joasă (2-5 MHz); este utilizat pentru explorarea structurilor situate în profunzime (abdomen, endocavitare).
- **transductorul anular:** cristalele sunt activate în succesiune, dar forma fascicolului şi orientarea fiecărei unde de ultrasunete este condiţionată de un "reglator" electronic al câmpului de ultrasunete; este folosit pentru explorarea cordului.
- **transductorul Doppler**: exploateaza principiul Doppler, care constă din apariţia unei diferenţe de frecvenţă (pozitivă sau negativă) dintre fasciculul emis şi cel recepţionat, atunci când emiţătorul de ultrasunete este orientat înspre o ţinta care se deplasează; informaţia obţinută este calitativă (acustică sau grafică) sau cantitativă (în cm/sec sau kHz). Transductoarele care funcţionează în regim Doppler sunt de trei feluri: continuu, pulsat, duplex.
- **transductorul TM**: emite ultrasunetele într–o singură direcţie, iar afişarea ecourilor se face pe un ecran care se deplasează cu viteză constantă; aplicaţia este cardiacă.

- **transductorul 3D/4D** are capacitatea de a genera imagini perpendiculare concomitente, cu reconstruirea celui de-al treilea plan şi a reprezentării spaţiale, volumetrice a organului examinat; este folosit în aplicaţii obstetricale, pentru detectarea precoce a anomaliilor fetale sau a sexului fetal.
- **transductorul pentru uz endocavitar** poate îmbrăca aspecte diferite în funcţie de aplicaţia clinică.

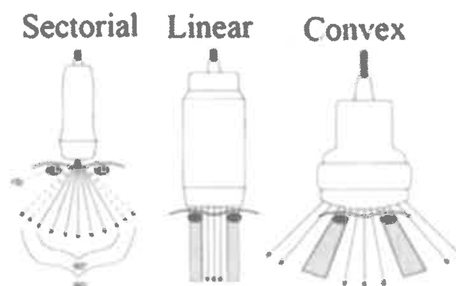


Figura 16. Tipuri de transductori

Afişarea informaţiei US

Transductorul funcţionează alternativ ca emiţător şi receptor de US, generând impulsuri cu durata de o microsecundă şi recepţionând ecouri timp de 99 microsecunde, după care ciclul emisie-recepţie se reia.

Reflexia ultrasunetelor (US) în structurile corpului omenesc, diferenţiată de impedanţa acustică a acestora, permite realizarea unor imagini anatomice (mod B) sau curbe grafice (mod A, TM).

1. **MOD B (brightness=strălucire)**

Fiecare ecou al unei linii de informaţie este transformat electronic într-un punct luminos, având strălucirea cu atât mai mare cu cât amplitudinea ecoului este mai mare şi constă în afişarea în tonuri de gri, bidimensional, a unor secţiuni anatomice corespunzatoare zonei anatomice explorate.

Afişarea este în timp real şi permite analiza miscărilor (cord, fetus în uter, etc).

Ecografia bidimensionala (2D) este modalitatea de diagnostic US cea mai frecvent utilizată în practica medicală.

2. **MOD A (modularea amplitudinii)**

Reprezintă afişarea unor curbe grafice care exprimă pe orizontală profunzimea şi pe verticală amplitudinea undelor reflectate (perimată).

3. **MOD TM (time motion)**

Fasciculul de US intersectează structuri mobile care generează ecouri puternice în mişcari ritmice pozitive şi negative faţă de linia de informaţie. Înregistrarea este similară celei electrocardiografice cu două dimensiuni: pe verticală este prezentată mişcarea în spaţiu, iar pe orizontală timpul. Ecograma în modul M înregistrează mişcarea tuturor structurilor de pe o linie de informaţie în funcţie de timp.

4. **Mod DOPPLER**

Ecografia în mod Doppler reprezintă un tip special de ecografie care prin folosirea unor sonde special concepute determină vizualizarea fluxului de sânge din interiorul arterelor şi venelor, astfel permite calcularea de fluxuri, debite (cord, vase) cu afişare grafică (doppler spectral) sau cod de culoare (doppler color).

Sistemul Doppler color este utilizat pentru aprecierea calitativă, cu deosebită acurateţe, a curgerii sângelui în vasele mari.

Sistemul Doppler continuu poate aprecia cu exactitate viteza de circulaţie a sângelui.

Examenul Power Doppler este o nouă completare a sonografiei Doppler color, iar avantajul constă în sensibilitatea pe care o are la fluxurile de sânge cu viteze reduse.

Termenul de „ecografie vasculară" este unul generic, care cuprinde toate tipurile de examinări ecografice adresate atât arterelor cât şi venelor din diferite teritorii vasculare.

Ecografia Doppler vasculară se efectuează ţintit, asupra arterelor sau venelor şi pe segmente, în scop diagnostic sau pentru verificarea eficienţei unor tratamente sau stabilirea duratei acestora, preoperator, intraoperator, postoperator.

Atunci când este efectuat la nivelul membrelor superioare, inferioare sau la nivel cardiac, examenul Doppler nu necesită nicio pregătire. În schimb, dacă este vorba despre o ecografie Doppler pentru zona abdominală, pacientul va ţine un regim câteva zile înainte de examinare.

Ecografia Doppler vasculară oferă medicului informaţii nu doar asupra morfologiei structurilor examinate, dar şi date funcţionale, precum şi impactul acestor modificări.

VI.5. Tipuri de investigare ecografică

Din nevoia de a studia structurile anatomice cât mai bine, au aparut diferite tipuri de sonde, unele pentru evaluarea structurilor situate mai profund, altele pentru cele superficiale şi altele pentru cavităţile anatomice.

Cu ajutorul explorării ecografice pot fi depistate diferite modificări în structura organelor sau suferintele organelor in cadrul unor tulburari metabolice. În afara modificărilor structurale, ecografia poate depista şi modificări în funcţionalitatea unor organe, prin vizualizarea în timp real a acestora, fiind foarte utilă în studiul inimii, al activităţii musculare, etc.

Examinări transparietale

Ecografia ochiului permite examinarea părţilor exterioare atunci când mediile transparente sunt opace şi este utilă în urmărirea dezlipirii de retină.

Ecografia tiroidiană diferenţiază chiste de noduli tiroidieni, monitorizează răspunsul la tratament, poate fi folosită şi la gravide. Pacientul este aşezat în decubit dorsal cu capul în hiperextensie. Nu necesită pregătire specială.

Ecografia transtoracică permite vizualizarea şi aprecierea funcţiilor cordului.

Ecografia mamară este un examen fără risc ce permite studierea structurilor sânului, decelează formaţiuni tumorale cu diametrul mai mare de 0,5cm. Face diferenţierea între formaţiuni chistice şi tumorale (tumori solide sau lichide), oferă criterii semiologice pentru malignitate sau benignitate, permite ghidarea puncţiei citologice.

Ecografia abdominală permite vizualizarea ficatului, vezicii şi căilor biliare, pancreasului, splinei, rinichilor, ureterelor şi vezicii urinare, precum şi a vaselor mari intraabdominale. Nu necesită substanţă de contrast, în mod uzual. Pentru o examinare optimă, pacientul nu trebuie să mănânce înaintea testului. Poziţia pacientului este în funcţie de organul vizat, de obicei decubit dorsal. Prezenţa gazelor în abdomen distorsionează imaginea.

Ecografia pelvină dă relaţii asupra prezenţei şi evoluţiei sarcinii şi asupra patologiei aparatului genital la femei. Se poate realiza pe două căi: abdominală şi vaginală.

Ecografia în obstetrică dă relaţii asupra existenţei sarcinii, locului de nidaţii (cavitatea uterină sau în afara acesteia), inserţii placentare (placenta praevia, sarcina unică sau multiplă, prezentaţie, vârsta sarcinii, asupra dezvoltării în raport cu vârsta sarcinii, feţi macrozomi sau retard de creştere intrauterină). Testul este inofensiv pentru făt. În primul trimestru, ecografia se realizează pe cale transvaginală, în trimestrul 2 şi 3 se preferă calea abdominală. Pacienta se aşează în decubit dorsal.

Calea abdominală necesită uneori vezică plină pentru a se putea diferenţia de sacul gestional. Calea vaginală nu necesită pregătire, vezica poate fi goală.

Ecografia scrotală poate vizualiza tumori testiculare beninge sau maligne, orhita, hidrocelul, varicocelul, epididimul, hernia scrotala, criptoshidia, infarctul testicular, torsiunea testiculara. Se poate folosi pentru ghidarea acului de biopsie în cazul unei suspiciuni de cancer de testicul. Testul este netraumatizant, nu necesită pregătire specială, se poate face în orice moment al zilei, durează aproximativ 20 minute.

Ecografia Doppler arterio-venoasă evaluează permeabilitatea vaselor de sânge, direcţia şi viteza fluxului sangvin, ultrasunetele fiind reflectate de eritrocite. Pentru examenul arterelor se poate opri circulaţia venoasă prin aplicarea manşetelor de tensiometru la coapsă, gambă, şi gleznă, iar transductorul se plasează imediat sub manşeta umflată (presiunea fiind la un nivel superior TA sistolice înregistrate în extremintatea normală).

Examenul ecografic duplex al arterelor carotide vizualizează arterele carotide, măsoară amptitudinea pulsului carotidian, apreciază viteza şi direcţia fluxului sanguin. Pacientul este aşezat în decubit dorsal cu capul fixat pentru a împiedica mişcarea lateral. Este indicat atunci când există semne neurologice (tulburări acute de vorbite, de vedere, semi-pareză, parestezii, atacuri ischemice tranzitorii), pacientul acuză cefalee, se percep sufluri pe artera carotidă.

Ecografia transfontanelară se efectuează la nou-născuţi şi copii sub vârsta de 6 luni, perioadă în care fontanela este suficient de mare încât să permită o bună vizualizare a creierului. Ecografia transfontanelară este recomandată atunci cand se suspectează probleme neurologice (hemoragia intracraniana, afectarea substanţei albe, etc.), sau în cazul în care capul copilului creşte mai repede decât în mod normal, sau dacă fontanela este bombată.

Examinări endocavitare

Ecografia transesofagiană este un examen endoscopic şi ultrasonor pentru vizualizarea cordului din poziţia retrocardiacă, eliminând interferenţele cu alte structuri (ţesut subcutanat, oasele toracelui, plămâni). Medicul plasează transductorul ecografic în esofag cu ajutorul endoscopului. Pacientul nu trebuie să mănânce cel puţin 8 ore înaintea examinării. Ecografia transesofagiana poate vizualiza: infarctul miocardic, cardomiopatia, defecte septale.

Ecografia pelvină în ginecologie se efectuează de regulă pe cale transvaginala şi permite vizualizarea uterului şi a ovarelor (formă, structură, poziţie). Trompele nu sunt vizibile decât în cazuri patologice. Este utilă pentru diagnosticarea fibromului

uterin, polipilor, chisturilor de ovar, evidenţierea abdomenului îngroşat, identificarea cancerelor.

Ecografia de prostată şi rect la bărbaţi permite evaluarea prostatei, veziculelor seminale, rectului şi ţesutului perirectal. Pacientul este aşezat în decubit lateral stâng sau decubit dorsal. Pentru examinarea endorectală aparatul este plasat într-un sac de latex lubrifiat. Explorarea poate vizualiza hipertrofia beningă de prostată, cancerul de prostată sau rect, prostatita, tumoare de vezicule seminale.

Ecografia cu substanţă de contrast

Ecografia cu substanţă de contrast este o tehnică nouă în imagistica medicală şi vine în completarea ecografiei clasice.

Examenul ecografic cu substanţă de contrast constă în injectarea intravenoasă a unei substanţe care este formată din mici particule de gaz într-un înveliş elastic şi permite o caracterizare foarte buna a tipului de vascularizaţie a diferitelor structuri. Sub acţiunea fasciculului de ultrasunete microbulele vibrează amplificând semnalul ecografic emis de vase. Aparatele de ecografie dotate cu softuri speciale recepţionează acest semnal şi atenuează semnalul provenit de la alte structuri obţinându-se astfel o „hartă" vasculară în dinamică a regiunii anatomice investigate, ajutând la diferenţierea diferitelor tipuri de formaţiuni tumorale, maligne sau benigne, în aprecierea inflamaţiei sau a vaselor de sânge.

Cel mai important avantaj al ecografiei cu contrast este posibilitatea de a studia modelele de comportament vascular ale unor tumori în timp real. Studiul este reproductibil datorită toleranţei excelente a substanţei de contrast. Fiind inerte chimic şi neputând părăsi patul vascular, substanţele de contrast au o rată foarte scăzută a reacţilor alergice, deci se pot administra şi pacienţilor ce nu tolerează substanţele de contast folosite la CT sau rezonanţă magnetică. Agenţii de contrast ecografici se elimină prin respiraţie, nu au toxicitate renală şi nu interacţionează cu funcţia tiroidei, deci se pot administra şi pacienţilor cu insuficienţă renală şi afecţiuni tiroidiene.

Însă, metoda nu se poate folosi în sarcină şi nu este utilă în studiul tumorilor pulmonare fără contact cu peretele toracic. Alte limitări sunt: ficatul gras, formaţiuni fără imagine corectă în examinare clasică.

Metoda este contraindicată pacienţilor cu insuficienţă respiratorie, hipertensiune pulmonară şi respectiv în primele 10-14 zile după un episod coronarian acut.

Există astăzi indicaţii clinice clare pentru fiecare organ studiat cât şi proceduri standardizate reunite în ghidurile de practică ale Societăţii Europene de Ultrasonografie.

Principalele indicaţii actuale se referă la caracterizarea unui nodul hepatic evidenţiat la examenul standard, monitorizarea ficatului cirotic, screeningul hepatic oncologic pentru depistarea metastazelor, caracterizarea trombozei venoase portale. Alte utilizări ale ecografiei cu substanţă de contrast cuprind: evaluarea leziunilor renale, pancreatice, tiroidiene, mamare, evaluarea refluxului vezico-ureteral, în special la copii şi evaluarea traumei abdominale.

Elastografia

Elastografia este o metodă neinvazivă dezvoltată pentru a veni în ajutorul medicului prin evaluarea instrumentală a elasticităţii ţesuturilor. În momentul în care se aplica o compresie sau vibratie mecanică, unele ţesuturi se deformează mai puţin decât altele. Diferenţele între răspunsurile la presiune sunt detectate şi vizualizate în timp real de algoritmii de procesare, prin diferite reprezentari grafice.

Elasticitatea poate fi corelată cu anumite tipuri de patologie, datorită proprietăţilor mecanice ale ţesutului. Fiind capabilă sa detecteze diferenţe de elasticititate şi să le reproducă grafic sub forma unei hărţi in culori, metoda aduce informaţii adiţionale pentru practicieni.

Imaginea elastografică este calculată în timp real, codând informaţia legată de consistenţa ţesutului, din moment ce regiuni cu consistenţă diferita sunt comprimate diferit. Imaginile în timp real sunt create pe baza efectelor mecanice diferite transmise de ţesut, datorită comprimării/decomprimării efectuate cu transductorul ultrasonografic.

Sistemul de vizualizare permite scoaterea în evidenţă a structurilor predominant dure sau elastice, în comparaţie cu ţesuturile de elasticitate medie. Principalele aplicaţii ale metodei sunt analiza structurilor musculoscheletale, ale sânului şi tiroidei.

Ecografia ca metodă de ghidaj intervenţional

Puncţia ecoghidată este o procedură chirurgicală care presupune echipament steril. Se utilizeaza transductori de 3,5MHz şi ace de puncţie de diverse dimensiuni. Pentru puncţia unor colecţii lichidiene se utilizeaza ace de 18G, iar pentru biopsie acul Tru-cut (14) sau acul Sure-cut (14-25). Procedura necesită anestezie locală, după pregătirea bolnavului ca pentru o mică internţie chirurgicală. Reperele locului de puncţionare sunt luate cu ajutorul unei ecografii.

Biopsia ghidată ecografic presupune introducerea unui trocar într-un ţesut viu şi în prelevarea unui fragment din acesta pentru a fi supus analizării. Este necesara o supraveghere postoperatorie a pacientului. Valoarea predictivă pozitivă a puncţiei-biopsie ecoghidate ajunge până la 90%.

Această intervenţie necesită examene prealabile care permit să se verifice dacă hemostaza este apropiata de normal. Această precauţie permite să se evite riscul sângerărilor locale. Adesea este indispensabilă o scurtă perioadă de spitalizare.

Ecografia intervenţională şi-a găsit o arie largă de utilizare în urologie (nefrostomia percutană ghidata ecografic, nefrolitotomia percutană, biopsia renală, puncţia formaţiunilor chistice, puncţia ecoghidată în afecţiunile prostatice).

Tehnicile de ecografie intervenţională se aplică şi în diagnosticul şi tratamentul afecţiunilor hepato-bilio-pancreatice (puncţia-biopsie a tumorilor şi leziunilor chistice, drenajul biliar extern, intern sau mixt percutan, drenajul chisturilor şi abceselor hepatice şi/ sau pancreatice, injectarea percutana de substante chimioterapice sau alcoolizarea în tumori şi chisturi hepatice).

De asemenea, ecografia intervenţională este utilizată în patologia tiroidiană (puncţia-biopsie cu ac fin în nodulii tiroidieni), mamară (reperaj preoperator cu fir metalic, puncţia citologică, puncţia biopsie tisulară – needle core biopsy), ovariană şi a articulaţiilor (punctie-aspiraţie de lichid intraarticular).

VI.6. Avantajele şi dezavantajele ecografiei

Ecografia este o metodă neinvazivă şi accesibilă, fiind de multe ori de primă intenţie a unei game largi de afecţiuni, care poate orienta spre o altă metodă de explorare radio-imagistică.

De asemenea, este o investigaţie total inofensivă şi nedureroasă, nu iradiază şi este indicată şi gravidelor. Mai mult, echipamentul este portabil şi accesibil.

De asemenea, costul investigaţiei este scăzut şi poate fi repetată ori de câte ori este nevoie, permiţând totodată şi monitorizarea evoluţiei unor boli cronice.

Durata examinării este scurtă (15-20 minute), în funcţie de regiunea examinată şi patologie, rezultatele urmând a fi eliberate în doar câteva minute după terminarea examenului.

Un punct foarte important al ultrasonografiei, ce nu trebuie trecut cu vederea, este caracterul dinamic al acesteia. Imaginea ecografică este dinamică („real time"). Această caracteristică, rezultată din succesiunea rapidă a secţiunilor la nivelul ecranului, permite obţinerea de informaţii asupra contractilităţii miocardului, a mişcărilor fetale sau a mobilităţii intestinale exact în timp ce aceste evenimente au loc. Imaginea dinamică completează imaginea statică şi conferă o altă perspectivă asupra organului studiat, şi conferă ecografiei şansa de a genera un diagnostic foarte rapid, în timpul examinării. Această caracteristică validează metoda ecografică drept procedură clinică.

Însă, sensibilitatea diagnostică este limitată pentru leziunile mici şi este operator şi pacient dependentă (prezenţa pansamentelor, a cicatricilor deformante, fibrozante, etc. ce nu permit penetrarea US în ţesuturi).

Deoarece ultrasunetele sunt perturbate de aer şi gaze, nu este indicată în investigarea intestinelor şi nici a organelor acoperite de acestea.

Spre deosebire de computer tomografie sau rezonanţă magnetică, imaginea ecografică nu este capabilă sa cuprindă pe ecran decât secţiuni limitate, interesând regiuni anatomice de dimensiuni variabile.

VI.7.Rolul asistentului de radiologie şi imagistică medicală în ecografie

Culegerea datelor pacientului este etapa iniţială şi reuneşte toate informaţiile necesare examinării ecografice. Aceasta presupune coroborarea datelor înscrise pe foaia de observaţie cu datele din documentele proprii de identificare (carte de identitate, buletin de identitate, paşaport etc.) şi înregistrarea în registrul de consultaţii cu datele de identitate necesare.

Acest pas reprezintă primul contact cu pacientul, care este foarte important pentru acceptul colaborării acestuia. Asistentul medical, prin comportamentul său, trebuie să-i creeze pacientului imaginea unei persoane competente.

De asemenea, presupune identificarea problemelor de sănătate ale pacientului prin efectuarea unei anamneze complete, urmând să completeze documentele specifice examinării.

Asistentul trebuie să-i explice pacientului în constă examinarea ecografică, şi apoi să-l pregătească pentru investigaţie. Aceasta presupune poziţionarea pacientului în vederea investigaţiei, precum şi dezbracarea acestuia în regiunea stabilită pentru examinare. În funcţie de regiunea care urmează a fi examinată şi de modul de abordare, se pot utiliza poziţii multiple ale bolnavului: decubit dorsal, lateral sau ventral, poziţie sezândă sau ortostatism. Se pot utiliza perne care să producă extensia unor regiuni (cervical, flancuri, dorsal).

Înainte de efectuarea ecografiei, asistentul trebuie să supravegheze completarea şi semnarea consimţământului informat al pacientului.

Dacă examenul este unul cu contrast, asistentul trebuie iniţial să pregatească substanţa de contrast şi celelalte materiale necesare examinării. Pe tot parcursul procedurii el trebuie să asiste medicul radiolog şi să supravegheze pacientul în timpul injectării. Prepararea substanţei de contrast se face conform indicaţiilor medicului radiolog, în condiţii de asepsie şi antisepsie. Medicul radiolog precizeaza cantitatea de

contrast corespunzătoare examinării şi stării pacientului. Aceasta se prepară imediat anterior examinării, pentru fiecare pacient în parte.

În cazul unei puncţii ghidate ecografic, asistentul trebuie să pregătească iniţial câmpuri sterile, anestezicul local, soluţia dezinfectantă, şi trocarul. Apoi, va dezinfecta zona de interes cu soluţie iodată şi pansamente sterile şi va acoperi zona adicentă locului de puncţie cu câmpuri sterile şi va pregati seringa cu anestezic. În tot acest timp, asistentul se va proteja folosind mănuşi sterile.

Asistentul asistă medicul radiolog în timpul investigării şi supraveghează pacientul pe tot parcursul examinării. Pe parcursul ecografiei sau la sfârşitul acesteia, înscrie rezultatele interpretării în registrul de examinări sau în baza de date electronică specifică. După terminarea investigaţiei, asistentul trebuie să conducă pacientul în sala de aşteptare şi să pregătească aparatul pentru urmatoarea investigare. Aceasta presupune ştergerea sondei de examinare, schimbarea ceaşafului (de hârtie sau pânză) de pe masa de examinare.

Soluţiile şi materialele utilizate (manuşi, flaconul de substanţa de contrast şi anestezic, ace) trebuie colectate în totalizate şi în recipiente speciale, separat, conform normelor. Flacoanele şi fiolele de substanţă de contrast utilizate sunt depozitate 24 de ore în condiţii de securitate.

Periodic, asistentul trebuie să verifice starea de funcţionare a aparatului de ecografie şi asigură curăţarea acestuia. De asemenea, acesta trebuie să semnaleze medicului radiolog orice neregulă apărută la aparatura pe care o manevrează şi trebuie să asigure aprovizionarea cu materiale de radiologie (consumabilele, medicamentele de prim ajutor, soluţiile dezinfectante, precum şi substanţele de contrast).

Capitol VII

TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ

Ana Magdalena Bratu, Iulia Alecsandra Sălcianu

VII.1. Noţiuni de radiofizică în tomografia computerizată

Tomografia computerizată este o metodă de explorare radio-imagistică care utilizează tot radiaţiile X. Spre deosebire de radiologia convenţională, unde razele X se utilizează pentru obţinerea imaginii, tomografia computerizată face, prin intermediul radiaţiilor X, o analiză densitometrică a structurilor ţintei traversate.

Metoda a fost inventată de către Hounsfield şi Carmack, care au primit pentru această descoperire premiul Nobel în 1979 (fig. 17).



Figura 17. Primul aparat de CT

În tomografia computerizată se foloseşte un fascicol colimat de radiaţii X, care nu traversează întreaga ţintă, ci doar o secţiune (plan) de interes.

Fascicolul traversează secţiunea de interes, este absorbit specific de structurile traversate, iar fascicolului rezidual i se calculează o rată de absorţie. Rata de absorţie a

fascicolului este raportată matematic la o scală de densităţi, măsurate în unităţi Hounsfield, rezultând o diagramă densitometrică a structurii traversate.

Această histogramă (termen ce reprezintă scala de densităţi a structurii traversate) este ulterior transformată în imagine în care tonurile de gri corespund histogramei. Mecanismul acestei etape poartă numele de reconstrucţie. Rezultanta este o imagine bidimensională a unei structuri tridimensionale obiectivată în plan axial (plan corespunzător traversării fascicolului X incident – numit şi emergent, conform poziţiei corpului faţă de fascicol).

În concluzie, tomografia computerizată operează cu coeficientul de atenuare/absorbţie a diferitelor ţesuturi când acestea sunt traversate de fluxul fotonic.

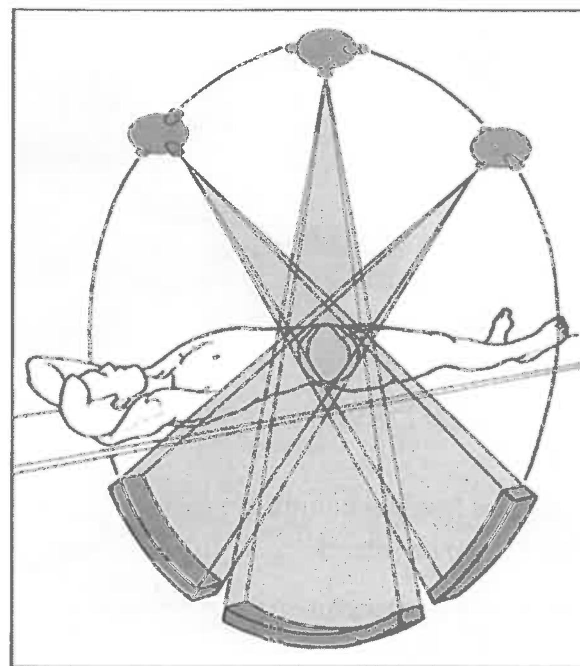
Formula matematică a calculului coeficientului de atenuare este:

$$\text{Log } I_o/I = \mu x,$$

unde:

- Io reprezintă intensitatea fascicului incident
- I reprezintă intensitatea fascicului emergent
- μ reprezintă coeficient de atenuare a obiectului traversat
- x reprezintă grosimea obiectului traversat.

Fascicolul rezidual rezultat după traversare ajunge, spre deosebire de radiologia convenţională, nu pe filmul radiografic sau ecranul fluoroscopic, ci pe nişte detectori situaţi în opoziţie faţă de tub într-o dispoziţie arciformă. Atenuarea masurată de un detector depinde de toate structurile traversate şi valoarea μ este o valoare medie.



La trecerea prin corpul unui pacient a unui fascicul de radiaţii X puternic colimat, intensitatea radiaţiei emergente este înregistrată de un sistem de detectori; fascicolul de raze X colimat, perpendicular pe axul lung al corpului, traversează o secţiune a corpului din diferite unghiuri (fig. 18).

Figura 18. Formarea imaginii la CT

Procesul este repetat din unghiuri multiple. Unghiul de deschidere al fascicului de radiaţii X fiind de 450, detectorii sunt cuplaţi „în coroană", ceea ce permite obţinerea informaţiilor de pe o suprafaţă mare; fascicolul de raze X colimat, perpendicular pe axul lung al corpului, traversează o secţiune a corpului din diferite unghiuri.

VII.2. Aparatura de tomografie computerizată – principii generale

Orice echipament de tomografie computerizată (fig. 19) are în structura lui, de principiu, următoarele:

- **Tubul radiogen**
- **Circuitele de răcire:** ulei-apă/ulei-aer – pentru tub. Sistemul de transfer al căldurii, respectiv ulei-apă/ulei-aer, depinde de tipul de echipament şi de fabricant.
- **Colimatorul**
- **Detectorii:** cu iodură de cesiu sau cu xenon presurizat
- **Gantry** – este acea parte din echipament care găzduieşte compact tubul radiogen, colimatorul şi detectorii, cu sistemele lor proprii de alimentare electrică şi de funcţionalitate.
  Datorită unor motoare auxiliare şi cu scopul de a elimina pe cât posibil deformarea imaginii, gantry-ul se poate bascula anterior şi posterior 15-39°. În acest fel fascicolul incident respectă principiul de a fi permanent, sau pe cât posibil, perpendicular pe planul de achiziţie.
- **Computerul**
- **Masa pentru bolnav:** calităţile ei sunt apreciate în funcţie de viteza cu care poate introduce bolnavul în gantry şi precizia cu care vine la o anumită distanţă (0,5-1 mm).
  Are dispozitive electro-mecanice de ajustare a înălţimii şi de deplasare în sens longitudinal.
  Pentru a modifica secţiunile de achiziţie masa, respectiv poziţia bolnavului, se deplasează în sens cranio-caudal sau caudo-cranial. Dacă deplasarea se face ulterior unei achiziţii rezultanta este o sumă de imagini secţionale de o anumită grosime şi pe un ax în raport de deplasarea mesei. Acesta este principiul echipamentelor cu achiziţie secvenţială, unde nu există o corelare între grosimea unei secţiuni, numărul de secţiuni şi mărimea planului de investigat (FOV).
  La echipamentele moderne achiziţia se face prin rotiri succesive, concomitente cu deplasarea mesei, rezultanta fiind o sumă helicoidală de achiziţii succesive, care sunt reconstruite datorită calculatorului echipamentului. Acesta este principiul echipamentelor, respective achiziţiei, spirale.

Pentru a realiza achiziţii succesive de aceeaşi grosime în secţiuni aflate în contiguitate deplasarea mesei şi rotaţia tubului trebuie să fie într-un raport matematic care poartă denumirea de pitch.

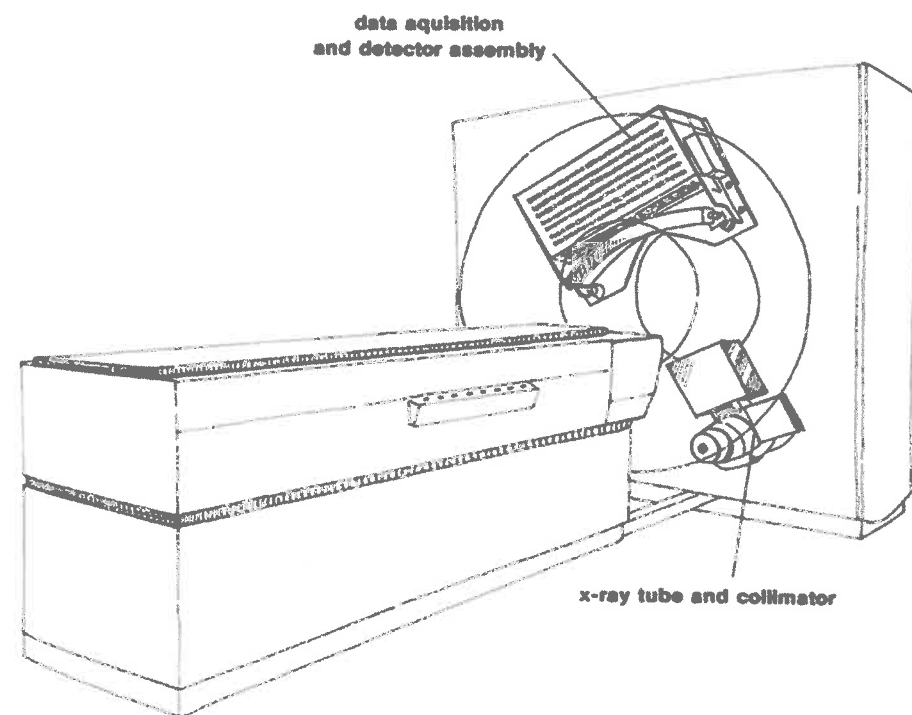


Figura 19. Componentele aparatului de CT

TUBUL RADIOGEN

Tubul radiogen pentru CT este un tub cu proprietăţi tehnice superioare celui utilizat pentru radiologia convenţională, având în vedere coeficientul energetic superior, la el un element foarte important în constituie fiind suportul de răcire al anodei.

El emite o căldura foarte mare, disipează mai mult de 1 milion de unităţi căldură/minut, drept pentru care necesită un sistem de răcire (ulei dielectric) foarte eficient. Anodul este rotativ şi montat pe o pastilă de grafit pur tot în scopul absorbţiei şi disipării căldurii.

COLIMATORII

În tomografia computerizată se utilizează două sisteme de colimare. Sistemele de colimare a fascicolului (colimare = îngustare) au rolul de a regla dimensiunea fascicolului şi a reduce indirect efectul de proiecţie conică.

Orice echipament de tomografie computerizată are:

- Sistemul de colimare a fascicolului de raze X la ieşirea din tub. Echipamentele de tomografie computerizată realizează colimarea fascicolului incident între 1 mm şi maxim 1 cm.
- Sistemul de colimare a fascicolului rezidual la intrarea în detector. În acest fel se poate elimina aproape complet radiaţia secundară.

DETECTORII

Reprezintă sistemul de receptare a fascicolului atenuat. Au în construcţie săruri de iodură de cesiu sau cu xenon presurizat.

Principiul de bază a funcţionării lor este reprezentat de efectul de scintilaţie, respectiv materialul fotosensibil care este constituit din cristale de scintilaţie. Sub acţiunea fotonilor din fascicolul atenuat acestea emit cuante de lumină în cantitate direct proporţională cu fluxul fotonic (fig. 20).

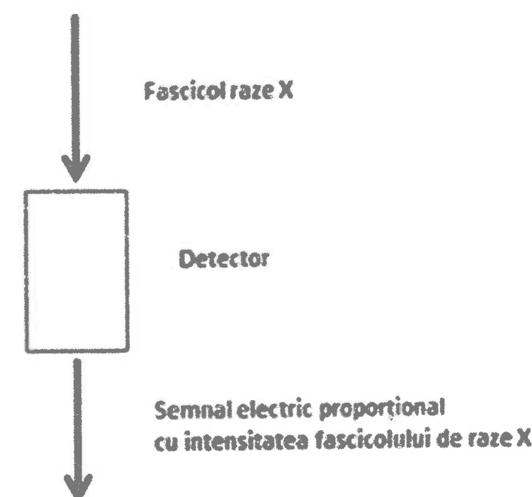


Figura 20. Principiul de funcţionare a detectorilor

Pentru o bună funcţionare a echipamentului, la pornire se procedează la încălzirea tubului, cu rol în protecţia lui şi pentru a asigura un fascicol incident cu parametrii preconizaţi şi calibrarea detectorilor pentru a fi aduşi la nivelul 0 de amplitudine a cuantei de lumină. Pe timpul utilizării, prin sumare în timp a excitaţiei materialului fotosensibil pe măsura lucrului cu aparatul are loc alterarea amplitudinii cuantei de lumină care nu mai pleacă de la nivelul 0, ci de la valori mai mari datorită ionizării. Din acest motiv, în raport de timpul de lucru şi tipurile de proceduri de investigaţie efectuate echipamentul necesită calibrare periodică a sistemului.

La echipamentele de generație mai nouă, pentru eliminarea acestei „deficiențe”, cristalele de iodură de cesiu au fost înlocuite cu xenon, deoarece nu mai apare ***ionizare remanentă*** și se elimină necesitatea calibrării în timpul utilizării echipamentului a detectorilor.

În raport cu tipul și generația de echipament, numărul de detectori este variabil între 500-2000. De asemenea, tot în raport cu tipul și generația de echipament suprafața unui detector variază între 1-2,5 mm^2.

Cu cât numărul de detectori este mai mare pe unitatea de suprafață, numărul de determinări (achiziții) primare este mai mare. Aceasta generează în final o imagine mai bună.

Detectorul are rolul de fapt de a transforma fascicolul atenuat, modulat prin traversare, în cuantă de lumină transformată ulterior sau direct în semnal electric. Acest semnal este direct proporțional cu intensitatea fascicului de raze, respectiv cu atenuarea.

Profilul atenuării sau proiecția corespunde ansamblului de semnale electrice furnizate de totalitatea detectorilor la un anumit unghi de rotație. O mișcare de rotație în jurul unui ax al obiectului de examinat permite înregistrarea unei serii de profile de atenuare ce rezultă din traversarea aceleași secțiuni prin diferite unghiuri de rotație (sunt de ordinul a 1000 măsurători pe rotație).

În raport de numărul de detectori și dispoziția lor echipamentele sunt cu o singură coroană de detectori sau “multibaretă”, respectiv cu mai multe coroane de detectori. Aceasta, împreună cu poziționarea detectorilor pe baretă, permite reducerea pe cât posibil a efectului de proiecție conică, dar și a reducerii dimensiunii pixelului în matricea de reconstrucție a imaginii (vezi imaginea digitală).

Având în vedere că analiza densitometrică reprezintă calculul unei cât mai mici porțiuni din structura traversată, pe lângă termenul de pixel – care reprezintă unitatea de suprafață, în tomografia computerizată apare noțiunea de voxel, care reprezintă suprafața pixelului înmulțită cu grosimea secțiunii. Deci voxelul este un paralelipiped în care baza este reprezentată de suprafața pixelului, iar înățimea de grosimea secțiunii. De aceea, cu cât colimarea este mai mare, cu atât grosimea secțiunii în achiziție este mai mică, respectiv calitatea imaginii este mai bună.

De la apariția tomografiei computerizate s-au succedat tehnologii multiple:

- pentru aparatele de generația I-a și a II-a tubul și detectorii împreună realizează o mișcare combinată de translație – rotație în jurul corpului pacientului
- pentru aparatele de generația a III-a tubul și detectorii mult mai numeroși efectuează numai o mișcare de rotație; datorită acestei simplificări mecanice și creșterii numărului de detectori timpii de achiziție de imagine sunt considerabil reduși

- aparatele de generația a IV-a sunt prevăzute cu numeroși detectori dispuși pe o coroană fixă și singur tubul se rotește în jurul corpului pacientului

VII.3. Formarea imaginii

- Ochiul uman nu poate deosebi mai mult de 16-20 nuanțe de gri, deci fiecare nuanță ar trebui să reprezinte cca. 50 uH dacă s-a încercat să se acopere întreaga scară cu nuanțe vizibile.
- Imposibilitatea reprezentării și analizării simultane a 2000 de nivele de absorbție a determinat studierea informației „pe felii”. Astfel, se utilizează *ferestre de imagine* pentru o mai buna vizualizare a micilor diferențe de densitate și pentru obținerea unui contrast mai bun între structuri. Lărgimea ferestrei poate fi modificată, ceea ce permite variația numărului de uH.
- Informația conținută într-o *tomogramă computerizată* depinde de numărul de fotoni înregistrați de detectori.
- Este dependentă de numărul de elemente ale imaginii (*rezoluția spațială*) și de valorile de densitate distincte (*rezoluția de contrast*).
- Deoarece numărul de fotoni este limitat de doza de iradiere la care poate fi supus pacientul, orice îmbunătățire a rezoluției de contrast se face pe seama rezoluției spațiale și invers.

Pentru obținerea unei imagini sunt necesare 3 operațiuni principale obligatorii pentru obținerea informației vizuale finale:

- achiziția
- reconstrucția
- postprocesarea

Achiziția

Este prima etapă care se desfășoară în succesiunea procedurilor formării imaginii în tomografia computerizată. Ea utilizează un fascicul de raze X colimat la grosimi de 1-10 mm. Sursa radiogenă (tubul de raze X) se rotește în jurul pacientului și emite continuu sau periodic (achiziție spirală sau secvențială) un fascicol incident în timpul unei rotații de 360°.

Prin efect de paralaxă poziția reciprocă a structurilor traversate se schimbă pe măsura deplasării circulare a sursei de radiație.

Din cele prezentate se poate concluziona că de fapt imaginea CT este o matrice de elemente individuale, în care volumul studiat este compus din mici elemente de volum numite voxeli (volumul elementar).

Mărimea unui voxel depinde de:

- câmpul de reconstrucție (FOV –field of view)

• mărimea matricei (64, 128, 256, 512, 1024 pixeli) reprezentată de suprafața achiziționată. Echipamentele moderne utilizează matrici cu un număr mare de pixeli, știut fiind că un pixel mic înseamnă o imagine reconstruită cu calități de rezoluție superioare. Mărimea unui pixel reprezintă real raportul dintre mărimea FOV și mărimea matricei. Fiecare punct al imaginii (*pixel=unitatea de suprafață a matricei imaginii*) are o strălucire omogenă (o nuanță omogenă de gri). *Voxelul* este corespondentul tridimensional al pixelului (volum elementar) (fig. 21) și are un anumit număr CT (unitate Hounsfield).

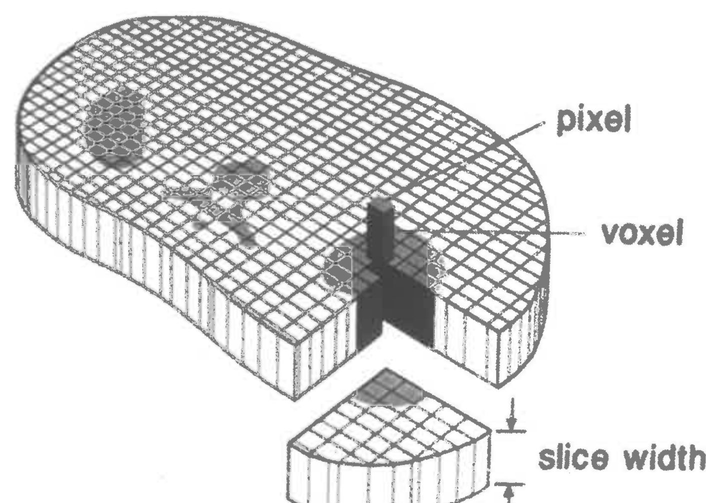


Figura 21. Pixelul și voxelul

O unitate Hounsfield reprezintă a mia parte din diferența de densitate între aer (-1000) și apa (0). Indirect în unități Hounsfield (uH) se măsoară de fapt densitatea voxelului, adică a unei mici părți volumetrice a secțiunii achiziționate.

Scala convențională de densități utilizate în tomografia computerizată se extinde între +1000 și -1000, unde +1000 este densitatea osului compact, iar -1000 este densitatea aerului. Mijlocul scalei are densitate 0, fiind reprezentată de apă. Noțiunea de apă exclude fluidele cu conținut mineral sau proteic mai crescut, la care densitățile în mod normal, sunt mai mari.

Conform acestei scale putem să apreciem compoziția unei structuri, astfel încât densități negative, dar apropiate de 0 reprezintă țesut gras, densități între 10 și 20 reprezintă structuri fluide, cele între 20 și 30 structuri parafluide, iar orice densitate mai mare de 30uH cumulează structurile solide (țesut muscular, organe parenchimatoase, os). Sângele, mai ales cel proaspăt, datorită prezenței ionului de fier în compoziție are densități care pot ajunge la 70-80 uH.

– grosimea secțiunii (1-20 mm).

Din punct de vedere al radioprotecției dacă procedurile radiologice convenționale reprezintă o iradiere de suprafață a țintei, tomografia computerizată, ținând cont de modul de efectuare a achiziției – folosirea fascicolului de radiații – determină o iradiere **de profunzime.** Nici radiologia convențională, dar nici tomografia computerizată utilizate rațional nu determină în mod normal efecte stochastice sau deterministice reale. În concluzie raportul risc-beneficiu în utilizarea tomografiei computerizate este net în favoarea realizării diagnosticului imagistic.

Reconstrucția

De la detector, de unde apare efectul de luminiscență convertit într-un microcurent, la nivelul calculatorului se realizează o conversie digitală a tuturor microcurenților emiși de detectori și cu ajutorul unei matrice de referință reconstruiește o hartă a densităților existente în fiecare volum cilindric scanat.

Reconstrucția utilizează pixelii ca unitate structurală a unei secțiuni achiziționate. Astfel, imaginea finală reprezintă reconstrucția digitală a matricei de pixeli pe baza datelor (microcurenților) achizitionate.

Calitatea imaginii depinde în principal de:

– Dimensiunea pixelilor – prezentat mai sus. De aceasta depinde:
– Rezoluția.

În tomografia computerizată rezoluția de imagine este:

• O rezoluție GEOMETRICĂ definită ca fiind cea mai mică dimensiune a unui detaliu din imagine care poate fi individualizat (depinde de dimensiunea reală a pixelului). Aceasta depinde direct de matricea de achiziție – cu cât valoarea ei este mai mare cu atât rezoluția geometrică este mai bună.

• O rezoluție de DENSITATE care este cea mai mică diferență între densitățile a două structuri contigue la care acestea pot fi percepute separat. Rezoluția de densitate depinde direct de numărul de voxeli, adică de matrice și grosimea secțiunii.

Matricea curentă utilizată cel mai frecvent este 512/512. La examinările unor regiuni anatomice de complexitate (multe structuri anatomice într-un volum mic) matricea utilizată este mai mare ajungând la 1024/1024.

Fiecare pixel însumează o valoare unică de densități corespunzător unui volum identic ca dimensiuni.

Pixelii recompun din nuanțe de gri imaginea descompusă în cadrul achiziției.

Fiecărei densități traversate îi corespunde o singură nuanță de gri.

Fiecare nuanță de gri ca produs final analog este utilizată pentru reconstrucția unei imagini în nuanțe de gri afișate pe un ecran tv. De aici imaginea finală poate fi trimisă spre un mediu de stocare electronic sau transferată pe filmul radiologic.

Postprocesarea

Postprocesarea reprezintă modalitatea de prelucrare a imaginilor obținute cu scopul de a pune cât mai bine în evidență caracterele leziunilor observate.

Toate operațiunile de postprocesare se fac după achiziție și reconstrucție.

În concluzie aceste operațiuni NU mai necesită prezența bolnavului.

La echipamentele moderne există de obicei o a doua consolă de prelucrare, astfel că toate aceste operațiuni se fac ulterior în timp ce poate fi examinat un alt pacient. Este un mod de a economisi timp și a rentabiliza eficacitatea echipamentului.

Pentru a fi realizat acest deziderat este absolut necesar constituirea unei echipe reale compusă dintr-un operator (care manipulează echipamentul și realizează achiziția) și medicul radiolog, care de la consola a doua face postprocesarea și emite diagnosticul radiologic corect și complet.

Postprocesare înseamnă de fapt operațiuni de măsurare - distanțe, unghiuri, circumferințe, efectuarea de modificări de contrast și luminozitate cu scopul de a evidenția mai bine leziunea, zoom adică mărirea sectorială sau totală a imaginii pentru certificarea unor posibile microleziuni sau aprecierea mai corectă a structurilor leziunii. Se pot face din imaginile secționale achiziționate reconstrucții în planuri coronale și sagitale – reconstrucții 2D, care pot aprecia raporturile exacte ale leziunii, dar și reconstrucții 3D utilizate mult în chirurgia plastică reconstructivă.

Capitol VIII

IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ

Ana Magdalena Bratu

VIII.1. Noțiuni de fizică

Tehnica permite vizualizarea țesuturilor organismului bazată pe principiul rezonanței magnetice nucleare, care arată că semnalele emise de nucleii de hidrogen, după ce au fost expuse pulsurilor de radiofrecvență, într-un câmp magnetic puternic, pot fi măsurate. În principal tehnica culege semnale de la moleculele de apă și grăsime, care intră în compoziția majorității țesuturilor organismului.

Molecula de apă este formată dintr-un atom de oxigen și doi de hidrogen. Toți atomii au câte un nucleu, în jurul căruia orbitează un număr de electroni. Nucleul atomului de hidrogen, care este un proton unic, este cel care stă la baza semnalului utilizat în RM. Nucleii de hidrogen conținuți în principal de apă și de grăsimi sunt făcuți să emită un semnal care va fi procesat în vederea formării unei imagini. Nuclei de hidrogen, care sunt asimilați protonilor, sunt din punct de vedere electric pozitivi.

Protonii au un ax în jurul căruia se rotesc, ca și planetele, această mișcare se numește mișcare de spin și pentru că ei sunt încărcați din punct de vedere electric pozitiv determină un curent electric, iar orice curent electric induce un mic câmp magnetic în jur.

În concluzie orice proton se va comporta ca un mic magnet (fig. 22). Orice magnet are un pol pozitiv și un pol negativ. În lipsa unui câmp magnetic extern protonii sunt orientați aleator.

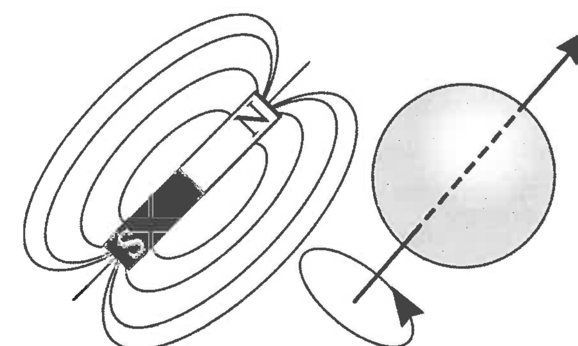


Figura 22. Proton = mic magnet

Introduşi într-un câmp magnetic extern ei se vor alinia paralel (în sensul) sau antiparalel (invers) cu direcţia câmpului respectiv (fig. 23). Acest câmp magnetic extern care orientează protonii se numeşte B0 (are o putere foarte mare de la 0,2-3 tesla).

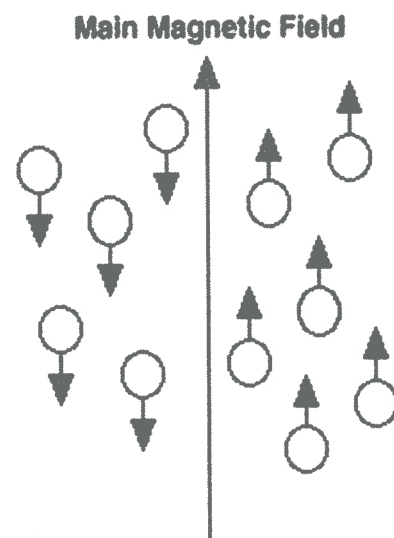


Figura 23. Alinierea protonilor cu B0

Acest câmp B0 nu realizează decât orientarea protonilor, fără a determina magnetizarea lor. În mod normal ţesuturile nu prezintă magnetizare. Pentru a se realiza această magnetizare trebuie aplicat un puls de radiofrecvenţă, care se realizează cu ajutorul câmpului B1 (fig. 24). Acest câmp B1 este produs de bobinele de gradient cunoscute şi sub numele de antene.

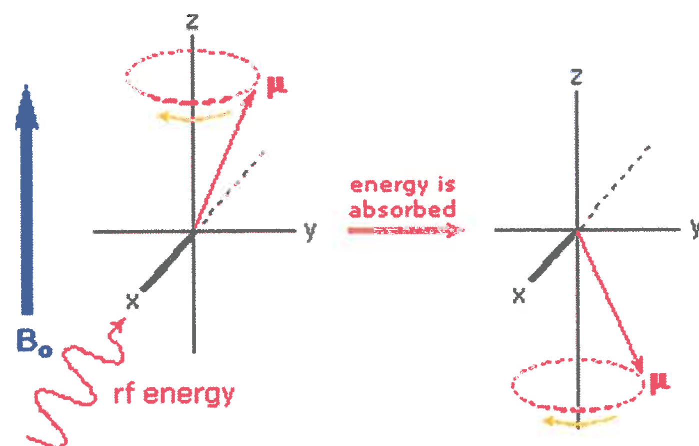


Figura 24. Aplicarea pulsului de radiofrecvenţă

Aplicarea pulsului de radiofrecvenţă de fapt perturbă starea energetică a protonilor, pe care o creşte până la un nivel prestabilit. Acest impuls de radiofrecvenţă după aplicare este întrerupt, moment în care protonii tind să ajungă la starea de energie iniţială, prin pierderea acesteia, descriind o curbă. Protonul este un mic magnet în mişcare, deci va genera un curent electric, iar acest curent electric va determina la rândul lui un câmp magnetic care devine semnal IRM. Acest lucru se produce pentru că mişcarea unei particule încărcate electric generează câmp magnetic, dar şi reversul este de asemenea valabil adică un câmp magnetic în mişcare determină un curent electric. Semnalul RM se formează prin captarea undei de radiofrecvenţă de către antenă, care este convertit în imagine de către calculator.

Mişcarea protonilor în jurul propriului ax se numeşte frecvenţă de precesiune (fig. 25) şi ea depinde de puterea câmpului magnetic B0, conform ecuaţiei lui Larmor.

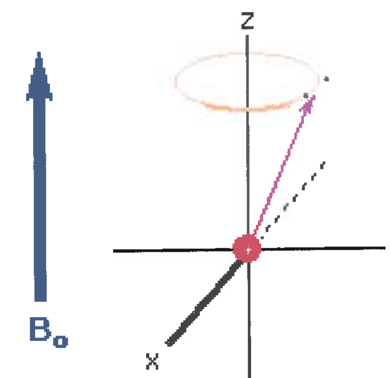


Figura 25. Mişcarea de precesiune a protonilor

Fiecare frecvenţă de precesiune a fiecărui proton, pe lângă B0 care variază de la un punct la altul, va fi influenţat de micile câmpuri magnetice ale nucleilor din jur. Aceste variaţii de câmp magnetic intern este caracteristic fiecărui tip de ţesut, deci fiecare tip de ţesut va emite un semnal diferit.

Există două tipuri de magnetizare, una logitudinală şi una transversală.

Oprirea câmpului magnetic ce a interacţionat cu câmpul magnetic principal determină întoarcerea la poziţia de echilibru a protonilor realizând fenomenul de relaxare. Această relaxare se realizează pe două direcţii, una în axul câmpului magnetic B0, numită relaxare longitudinală, iar cea de a doua pe o direcţie perpendiculară cu prima, numită relaxare transversală.

Înainte de aplicarea pulsului de radiofrecvenţă magnetizarea longitudinală este maximă, iar cea transversală este zero.

Prin relaxarea longitudinală, numită relaxare spin-rețea se reface magnetizația longitudinală, care crește spre valoarea inițială; aceasta este cunoscută ca relaxare T1.

Prin relaxare transversală, numită relaxare spin-spin, este legată de neomogenitățile de câmp de origine moleculară, determină descreșterea magnetizării transversale; aceasta este cunoscută ca relaxareT2.

Țesuturile au timpi de relaxare diferiți, ceea ce determină contrastul spontan în RM (lichidele: T1 și T2 lungi, grăsimea: T1 și T2 scurte).

Magnetizația depinde și de concentrația protonilor:

- semnal crescut – lichide, edem
- semnal absent – corticale osoase, calcificări, aer

Substanțele de contrast paramagnetice scad timpii de relaxare a țesuturilor normale, determinând creșterea contrastului între diferite structuri.

În rezonanță magnetică sunt utilizate, pentru realizarea imaginilor, doi parametrii și anume TR și TE.

TR reprezintă timpul de repetiție și corespunde timpului de recuperare a magnetizației longitudinale, stabilind la ce interval se reaplică impulsul de radiofrecvență. Acest timp condiționează ponderarea în T1 a unei secvențe (cu cât TR e mai scurt, cu atât secvența e mai ponderată în T1).

TE reprezintă timpul de ecou, adică momentul la care este măsurat semnalul emis de țesut și el condiționează ponderarea în T2 (cu cât TE e mai lung, cu atât secvența e mai ponderată în T2).

Pe lângă ponderațiile T1 și T2 există o a treia ponderație numită PD, densitatea de protoni. Aceasta se bazează pe un TR lung și un TE scurt, imaginea obținută depinzând doar de densitatea (numărul, concentrația) de protoni existentă.

Contrastul în T1 depinde de compoziția și structura țesuturilor, adică de schimbul de energie termică de la protoni către mediul înconjurător (rețea). Rețeaua are câmpuri magnetice proprii, iar schimbul de energie între protoni și rețea se realizează eficient când frecvența oscilațiilor câmpurilor magnetice ale acesteia este apropiată de frecvența Larmor de precesie a protonilor. Atunci când rețeaua este constituită din apă pură, transferul de energie către rețea este lent, deoarece moleculele de apă sunt mici și fluctuațiile lor prea rapide. Deci lichidele vor avea timpii T1 lungi. Când rețeaua este constituită din molecule de dimensiuni medii, transferul de energie se realizează mult mai rapid, T1 fiind scurt. Țesutul adipos are timp T1 scurt. Pentru același țesut, timpul de relaxare T1 crește cu intensitatea câmpului magnetic extern.

Contrastul în T2 este determinat de faptul că există o diferență în timpii T2 pentru diferite țesuturi reprezentând sursa contrastului în imaginile ponderate T2. Ambele țesuturi devin mai întunecate în imagine, pe măsură ce magnetizarea transversală descrește. La un moment de timp t, țesutul cu T2 mai lung păstrează mai multă magnetizare decât țesutul cu T2 mai scurt și va apărea astfel mai alb (hipersemnal).

Trebuie cunoscute semnalele principalelor structuri care alcătuiesc corpul omenesc în principalele ponderații utilizate în tehnica de rezonanță magnetică, cum rezultă din tabelul de mai jos (tabel 2):

Tabel 2. Semnalele principalelor structuri în principalele ponderații utilizate în tehnica de rezonanță magnetică

SECVENȚA SCURTĂ T1	SECVENȚA LUNGĂ T2, DP
• contrast anatomic (substanța albă este albă, substanța cenușie este gri, LCR negru) • leziune = hiposemnal • grăsime, metHb… = hipersemnal	• contrast invers (LCR > s.c .> s.a.) • leziune = hipersemnal • lichide = hipersemnal

În aceste ponderații pot exista, cel puțin teoretic, mai multe tipuri de secvențe. Aceste secvențe se utilizează doar dacă din punct de vedere al imaginii aduc o informație suplimentară în raport cu alte secvențe utilizate în aceeași ponderație.

Principalele tipuri de secvențe utilizate în imagistica prin rezonanță magnetică sunt: spin echo, echo de gradient și inversie-revenire.

VIII.2. Aparatura de rezonanță magnetică

Ea este alcătuită din următoarele componente principale:

1. magnetul
2. sistemul de radiofrecvență
3. sistemul informatic reprezentat de calculator
4. alte componente.

1. Magneții

Sistemul de magneți cuprinde:

- Un magnet, ce produce un câmp magnetic de intensitate mare, omogen, stabil
- Un sistem de corecție a omogenității câmpului magnetic (bobina Shim)
- Bobinele de gradient, care produc variațiile locale ale câmpului magnetic
- Un "blindaj" pentru ecranarea câmpului magnetic din exteriorul aparatului

În funcție de tipul de magnet aceştia sunt magneți supraconductori, care necesită temperaturi foarte scăzute pentru a funcționa, acest lucru se realizează în principal prin răcirea cu heliu, magneți rezistivi şi magneți permanenți. Magnetul rezistiv produce o cantitate importantă de căldură, necesitând de asemenea un sistem de răcire de mare putere, iar magnetul permanent este non-electric şi nu necesită un sistem de răcire.

2. Sistemul de radiofrecvență

Acesta cuprinde:

a. Bobinele de radiofrecvență şi antenele, pentru emisia impulsurilor de excitare şi recepția semnalelor de rezonanță magnetică

b. Cuşca Faraday, pentru ecranarea față de undele de radiofrecvență provenite din exterior.

Antenele sau bobinele servesc pentru emiterea şi recepționarea semnalelor de radiofrecvență.

Semnalul RM emis de bolnav este captat de antena de recepție; aceasta poate fi amplasată în ansamblul magnetului ce înconjoară bolnavul (avantajul este că permite investigarea unui volum anatomic mare) sau poate fi situată chiar pe zona de investigat (creşterea raportului semnal util/zgomot, dar diminuarea FOV).

Există mai multe tipuri de antene:

- antene de emisie-recepție (antena de corp, antena de cap)
- antene de recepție (antene de suprafață, antene "phased array"), emisia fiind în acest caz asigurată de antena de corp.

Cuşca Faraday este o structură metalică ce înconjoară incinta în care se află aparatul RM şi care nu permite intrarea şi ieşirea undelor radio din această incintă. Această ecranare este necesară pentru eliminarea artefactelor (unde radio parazite provenite din exterior, care sunt reprezentate în imagine) şi pentru protejarea celorlalte aparate electronice din exteriorul incintei (calculatoare, telefoane mobile, ceasuri, etc.). În incinta magnetului este interzisă iluminarea fluorescentă, deoarece generează unde radio parazite.

3. Calculatorul este necesar având în vedere că imagistica prin rezonanță magnetică are nevoie de un sistem informatic puternic pentru achiziția datelor şi reconstrucția imaginilor.

4. Celelalte componente sunt reprezentate de:

- Sistemul de climatizare, care pentru buna funcționare a sistemului informatic este indispensabil

- Una sau mai multe console de control a sistemului şi de vizualizare a imaginilor
- Un laser printer
- O consola pentru post-prelucrarea imaginilor
- Un pat de examinare.

VIII.3. Indicațiile I.R.M.

Imagistica prin rezonanță magnetică se realizează de principiu în completarea altor metode radioimagistice, iar ca metodă de primă intenție este indicată doar în situații particulare, rare cum ar fi secțiunea medulară.

Principalele indicații diagnostice prin această tehnică sunt în domeniul:

- Neuroradiologie
- Osteoarticular
- Cord şi vase mari
- Ficat , căi biliare, pancreas
- Retroperitoneu: rinichi, glande suprarenale, retroperitoneul median
- Ginecologie/ Obstetrică (IRM fetal)
- Pediatrie
- Spectroscopie/ IRM funcțional

IRM-ul cerebral evaluează în detaliu anatomia sistemului nervos central (SNC) şi detectează cele mai mici modificari. Se utilizează de asemenea pentru evaluarea vaselor sanguine, a parenchimului cerebral etc., indiferent de tipul de patologie.

Coloana vertebrală se investighează foarte bine prin IRM, această metodă oferind informații foarte precise despre discurile intervertebrale, nervii spinali, integritatea corpurilor vertebrale, a ligamentelor şi a meningelor. De asemenea, în cazuri patologice, această metodă caracterizează foarte bine modificările produse şi extensia lor, fiind o unealtă foarte utilă pentru neurochirurgi, neurologi şi în recuperarea neuromotorie.

IRM-ul de sân reprezintă o investigație de mare ajutor în evaluarea şi diagnosticul pozitiv al complexei patologii mamare. Pacientele sunt investigate în anumite condiții, în funcție de perioada ciclului menstrual. De asemenea, IRM-ul de sân este o investigație foarte importantă pentru depistarea cancerului de sân la bărbați sau la persoanele cu implanturi mamare.

Gâtul care conține multe elemente viscerale poate fi investigat facil prin IRM.

IRM-ul cardiac evaluează în amănunt morfologia şi funcționalitatea cordului, venind în completarea ecocardiografiei.

IRM-ul articular este foarte util în caracterizarea mijloacelor de unire, cartilaje de acoperire, meniscuri, ligamente, tendoane şi a segmentelor osoase ce participă la alcătuirea articulaţiei şi detectează modificări cum ar fi rupturi de tendoane, ligamente, menisc, întinderi ligamentare, acumulare fluidă, edem, bursite, etc.

În ceea ce priveşte abdomenul tehnica de imagistică prin rezonanţă magnetică oferă informaţii valoroase despre organele abdominale, în special cele parenchimatoase, glande, vase sanguine, ganglioni limfatici abdominali. Este o metodă de caracterizare superioară a structurii organelor pelvine, faţă de tomografia computerizată (CT) sau ecografie, dar trebuie menţionat că aceste metode sunt până la urma complementare şi fiecare metodă oferă informaţii precise, dar specifice.

VIII.4. Contraindicaţiile I.R.M.

Din punct de vedere a contraindicaţiilor acestea se clasifică în contraindicaţii absolute şi contraindicaţii relative.

Contraindicaţiile absolute sunt reprezentate de:
- pacemaker cardiac
- corpi străini feromagnetici, cum ar fi:
  - clipuri anevrismale
  - clipuri vasculare
  - corpi străini intraoculari
  - valve cardiace metalice,
  - filtre cave,
  - implante cohleare,
- obezii peste 130 Kg, în funcţie de tipul de aparat, care riscă să fie blocaţi în interiorul magnetului.

Contraindicaţiile relative sunt reprezentate de:
- femeile însărcinate în primul trimestru de sarcină
- claustrofobi
- pacienţii intubaţi, ventilaţi
- prezenţa în organism de corpi străini neferomagnetici.

Pacienţii care au orice materiale metalice în interiorul organismului trebuie să informeze medicul lor înainte de examen sau să informeze personalul de specialitate. Materiale metalice, sau materiale străine (protezele articulare, plăci metalice osoase, dispozitive protetice etc.) pot denatura în mod semnificativ imaginile obţinute prin scanare IRM. Pacienţii care au stimulatoarele cardiace, implanturi metalice, NU pot fi

scanaţi deoarece magnetul deteriorează funcţionalitatea acestor dispozitive. Pacienţii cu valve cardiace artificiale vor avea o discuţie preliminară cu medicul specialist în imagistică medical.

Toate obiectele metalice de pe corp sunt eliminate înainte de investigaţia imagistică prin rezonanţă magnetică.

În timpul unei scanări IRM, pacientul se află în interiorul tubului magnetic. Unii pacienţi pot avea o senzaţie de claustrofobie în cursul procedurii. De aceea, pacienţii cu antecedente de claustrofobie trebuie să specifice acest lucru. Un sedativ uşor poate fi administrat înainte de începerea procedurii pentru a reduce sentimentul de anxietate şi pentru relaxare. Relaxarea este importantă în cursul procedurii pacienţii fiind rugaţi să respire normal. Personalul medical este întotdeauna în apropiere în timpul manevrei. În plus, există, de obicei, un mijloc de comunicare cu personalul, cum ar fi o sonerie deţinută de către pacient, care poate fi utilizat pentru contact, în cazul în care pacientul nu poate tolera starea de claustrofobie. Acest buton de alarmă este utilizat în orice situaţie în care pacientul păţeşte ceva, moment în care personalul specializat va intra în contact cu bolnavul, rezultatul poate fi liniştirea acestuia sau hotărârea de a se întrerupe examinarea.

Capitol IX

NOŢIUNI DE RADIOLOGIE INTERVENŢIONALĂ VASCULARĂ ŞI NON-VASCULARĂ

B. V. Popa, Monica Popiel, C. A. Minoiu

Radiologia intervenţională este un domeniu complex, cu proceduri multiple, care impune o pregătire corespunzătoare a practicienilor. Aceştia trebuie să aibă noţiuni de farmacologie, anestezie şi sedare, management clinic al pacientului, la care se adaugă noţiunile complexe teoretice şi practice de radiologie intervenţională. Succesul procedurilor intervenţionale depinde de pregătirea pacientului pentru intervenţie cât şi de îngrijirea postprocedurală. Intervenţiile percutane sunt proceduri minim invazive care se clasifică în intervenţii vasculare şi non-vasculare.

IX.1. Generalităţi

Ce este angiografia?

Angiografia este o metodă radiologică invazivă care utilizează substanţă de contrast iodată pentru studiul arterelor şi venelor. Angiografia de diagnostic evidenţiază leziunile arteriale/venoase traumatice şi nontraumatice, stenozele sau ocluziile arteriale sau venoase, dar şi prezenţa unor malformaţii arterio-venoase, anevrisme sau alte tipuri de patologie vasculară. Înaintea unei intervenţii chirurgicale, angiografia oferă posibilitatea studierii raporturilor anatomice între vase şi leziunea de operat. În urma efectuării unei angiografii se obţine o angiogramă, care reprezintă însumarea de imagini radiologice înregistrate pe toată durata trecerii unei substanţe de contrast iodate prin sectorul cercetat (artere/vene-cord). Angiografia necesită o aparatură specializată şi se desfăşoară într-o sală de intervenţii dotată corespunzător.

Sala de angiografie este o sală de operaţie dotată cu:
- aparatură performantă DSA (angiograf cu substracţie digitală)
- sistem electronic de injectare a substanţei de contrast
- echipamente complexe de monitorizare hemodinamică
- consumabile corespunzătoare
- sistem de arhivare (film, CD/DVD, PACS)
- staţii DICOM/MEDCON pentru conferinţe, second-opinion

- personal supraspecializat care este în stand-by 24 ore din 24.

Angiograful este un aparat radiologic alcătuit din masa de examinare şi tubul angio (fig. 26). Există şi echipamente hibrid alcătuite din tub angio+tub CT şi masă de examinare unică.



Figura 26. Angiograf monoplan

Angiograful are o serie de caracteristici tehnice:
- tensiune 65-150 kv/intensitate 3000 Ma
- timp de expunere 1/1000 sec- "on-shot"
- generatoare trifazice puternice: 3-4 tuburi (Uniplan, biplan)
- tub radiogen cu mare viteză de rotire a anodei (9.000 rotaţii/min)
- anode rotative din granit cu diametru 150 mm
- 12 imagini/sec până la 60 imagini/sec (fps=frames per sec).

Calitatea imaginii a fost optimizată şi pentru angiografia periferică. Fluoroscopia pulsată cu 15 şi 30 pulsuri/sec este standard. Aceste valori reduc dozele de iradiere şi produc imagini clare. Calitatea imaginii şi detaliile vasculare au fost mult îmbunătăţite prin achiziţiile DSA („substracţie digitală").

Pe lângă aparatura specifică, la efectuarea unei angiografii se utilizează mai multe tipuri de consumabile specifice. Ele sunt instrumente de unică folosinţă grupate în mai multe categorii (fig. 27):

1. Tecile introductoare sunt tuburi de plastic sterile prevăzute cu valvă antireflux, care sunt inserate în arteră/venă la locul de abord. Ele rămân în vas pe toată durata procedurii şi pe ele pot fi schimbate mai multe tipuri de catetere, ghiduri/ mandrene sau se pot introduce în vas diferite dispozitive (stenturi, baloane, material de embolizare) în funcţie de tipul de procedură angiografică. Teaca are un braţ lateral cu robinet pe care pot fi injectate fluide, inclusiv substanţă de contrast. Sunt disponibile în mai multe lungimi, diametre şi duritate în funcţie de tipul intervenţiei şi calea de acces.

2. Cateterele sunt tuburi făcute din poliuretan, polietilenă, nylon sau Teflon, care le conferă grade variate de duritate şi manevrabilitate. Ele variază în lungime, diametre şi prezenţa găurilor laterale. Diametrul se măsoară în French (3 French=1 mm).

Există mai multe tipuri de catetere:

a) catetere drepte

b) catetere curbate utilizate la cateterizarea selectivă a vaselor

c) catetere tip Pig-tail au multiple găuri laterale şi sunt folosite la injectarea în cavităţi, aortă sau pentru drenarea colecţiilor.

3. Cateterele-ghid sunt suport pentru pasajul în vas al diferitelor catetere, stenturi, baloane, material de embolizare; necesită teacă de abord de dimensiuni mai mari.

4. Microcateterele sunt catetere de mici dimensiuni utilizate pentru a cateteriza vase de diametre mici, sinuoase.

5. Ghidurile sunt consumabile asemănătoare unor "sârme" caracterizate prin: lungime, diametre, manevrabilitate, configuraţia vârfului, duritate, compoziţie. Majoritatea sunt hidrofile, diametre între 0,014-0,038 inch şi lungimi variind între 120 cm şi 260 cm, care pot fi utilizate la angiografii de diagnostic sau terapeutice.



Figura 27. Instrumente utilizate în angiografie

Cine face angiografia?

Angiografia se efectuează de către medicul radiolog intervenţionist (angiografie periferică diagnostică şi terapeutică) şi cardiologul intervenţionist (coronarografie/ PTCA, cateterism cardiac), care sunt asistaţi de asistenţi medicali cu pregătire corespunzătoare.

IX.2. Rolul asistentul medical în pregătirea sălii de angiografie şi a pacientului pentru intervenţie:

- înregistrarea datelor pacientului
- pacientul se dezbracă şi este aşezat pe masa de angiografie în funcţie de regiunea de acces vascular şi tipul intervenţiei după ce regiunea de abord a fost rasă şi dezinfectată, vezica urinară evacuată
- pacientul este monitorizat hemodinamic (manşetă de tensiune, electrozi pentru monitorizarea EKG, puls oximetru)
- umple cu substanţă de contrast seringa electronică de injectare
- îmbracă medicul/medicii cu echipament steril
- masă de angiografie pe care aşează câmpurile sterile pentru acoperirea pacientului, bureţel steril pentru dezinfectarea zonei de abord, boluri sterile pentru ser fiziologic şi substanţă de contrast, comprese sterile, lamă de bisturiu.

IX.3. Tehnica metodei angiografice

Cum se face angiografia?

În 1953 Sven Ivar Seldinger a descris primul metoda de cateterizare arterială percutană, care ulterior i-a purtat numele. Tehnica Seldinger de puncţie arterială şi venoasă se face sub anestezie locală cu Xilină 1% sau 2%. Se evită injectarea intraarterială a anestezicului prin aspiraţii intermitente. La pacienţii alergici la lidocaină se utilizează procaină sau soluţie de diphenhidramină. Materialele necesare puncţiei arteriale sau venoase prin tehnica Seldinger sunt: un ac Seldinger, un ghid scurt cu vârf în "J" şi o teacă introductoare (Seldinger a imaginat metoda cu cateter).

Dupa anestezie locală se face o butonieră la nivelul tegumentului. Acul Seldinger intră în mijlocul arterei, sub un unghi de 45°. Când acul este în arteră se procedează la inserţia ghidului scurt în arteră, apoi se scoate acul de puncţie, iar ghidul rămâne în arteră. Pe ghid se inseră teaca introductoare. Se scoate intruductorul cu ghidul scurt, iar teaca prevăzută cu sistem valvular antireflux rămâne în arteră. Teaca reprezintă calea de acces pentru restul instrumentarului.

În funcţie de tipul de procedură există mai multe căi de acces: femural în regiunea inghinală dreaptă/stângă, brahial (la plica cotului), radial (deasupra apofizei stiloide a radiusului). Abordul femural este cel mai folosit. Trigonul Scarpa este locul cel mai sigur şi simplu de acces al arterei femurale comune deoarece aici artera este largă, superficială, de regulă fără patologie şi poate fi comprimată uşor pe capul femural pentru hemostaza manuală. Abordul brahial/axilar este mai puţin utilizat din cauza ratei mai mari şi mai severe de complicaţii. Indicaţiile abordului brahial sunt: absenţa pulsului femural bilateral sau ocluzie de aortă abdominală cunoscută, recanalizarea arterelor renale sau mezenterice, tratamentul leziunilor arterelor membrelor superioare, istoric de embolizare colesterolotică la cateterizarea retrogradă a aortei. Puncţia se face la 1cm sub plica cotului şi se utilizează frecvent braţul stang datorită accesului mai uşor în aorta toracică. Abordul radial este mai dificil pentru operator din cauza calibrului mic al arterei. Se utilizează teci introductoare de calibru mic, necesită catetere lungi, iar hemostaza are rată mică de complicaţii, mai ales în condiţiile utilizării anticoagulantelor.

În funcţie de sensul de curgere al sângelui, abordul arterial poate fi retrograd (cel mai frecvent) sau antegrad (în procedurile intervenţionale infrainghinale).

IX.4. Tipuri de angiografii

I. Angiografii de diagnostic prin care se evidenţiază şi se caracterizează afecţiunile vasculare (stenoze, ocluzii, malformaţii arterio-venoase, fistule arterio-venoase, anevrisme, pseudoanevrisme, disecţii), se diferenţiază tumorile (benigne/maligne, hipervasculare, cu fistule arterio-venoase). Angiografiile de diagnostic pot fi acute (efectuate în urgenţă: hemoragii cerebrale/digestive, politraumatisme cu rupturi vasculare, embolii/tromboze acute) sau cronice (stenoze/ocluzii arteriale, malformaţii arterio-venoase, tumori benigne/maligne).

În funcţie de teritoriul de injectare a substanţei de contrast există mai multe tipuri de angiografii de diagnostic:

1. Aortografia globală toracică:
- de regulă se utilizează abordul femural
- abordul brahial este utilizat când există suspiciune de disecţie aortă toracică, leziuni aortice posttraumatice, antecedente de embolie colesterolotică la cateterizarea retrogradă sau pulsuri femurale absente bilateral
- se utilizează cateter tip Pig-tail care se plasează la 2 cm deasupra valvei aortice pentru a se evita refluxul în ventriculul stâng

- se vizualizează aorta ascendentă, crosa aortei cu emergenţele ramurilor ei şi aorta descendentă toracică
- se achiziţionează imaginile angiografice în incidenţa oblică posterioară dreaptă şi incidenţe suplimentare pentru a descrie complet şi corect leziunea suspectată.

2. Aortografia globală abdominală:
- se utilizează abordul femural, cu excepţia situaţiilor care-l contraindică
- se utilizează teaca introductoare de 4-5Fr şi cateter tip Pig-tail
- prima injectare se face la nivel L1-L2 pentru vizualizarea arterelor renale, apoi se retrage cateterul şi se vizualizează emergenţele trunchiului celiac şi arterei mezenterice superioare
- se face o proiecţie frontală standard, apoi incidenţe suplimentare pentru descrierea leziunilor
- când se suspectează ateroscleroza avansată sau anevrism aortic, ghidul şi cateterul se manevrează cu atenţie pentru a se evita posibilele complicaţii (tromboză, embolizare).

3. Angiografia membrelor inferioare se face prin injectarea substanţei de contrast în aorta distală cu vizualizarea arterelor membrelor inferioare
- se utilizează o sondă Pig-tail plasată în aorta distală
- injectarea se face cu ajutorul seringii de injectare electronică
- permite vizualizarea arterelor membrelor inferioare (arterele iliace, arterele femurale, arterele poplitee, arterele tibiale posterioare, arterele tibiale anterioare, arterele peroniere).

4. Angiografia membrelor superioare:
- se face prin injectarea selectivă în trunchiul arterial brahiocefalic pentru membrul superior drept şi în artera subclavie stângă pentru membrul superior stâng
- cateterele de diagnostic utilizate pot fi: Bentson, Simmons.

5. Angiografia cerebrală se face prin injectarea în arterele carotide interne dreaptă/stângă, respectiv arterele vertebrale şi se vizualizează arterele cerebrale şi poligonul Willis; se utilizează cateter Bentson sau Simmons.

6. Angiografia carotidiană se efectuează prin injectarea selectivă în emergenţa arterelor carotide comune dreaptă/stângă pe cateter Bentson/Simmons sau arterele carotide pot fi vizualizate prin injectarea globală în crosa aortei pe cateter Pig-tail.

7. Angiografia renală:
- evaluarea arterelor renale începe cu aortografia abdominală pentru depistarea leziunilor ostiale, a arterelor renale accesorii
- pentru aortografie se utilizează cateter Pig-tail plasat la nivel L1-L2

- se utilizează pentru început proiecţie antero-posterioară, ulterior se fac incidenţe antero-laterale drepte, stângi pentru vizualizarea ostiumului arterelor renale dreaptă/stângă

- pentru depistarea originii arterelor renale accesorii sau a ramurilor mezenterice se retrage sonda Pig-tail sub emergenţa arterelor renale

- angiografia renală selectivă se face utilizând cateter tip Cobra, Simmons, etc în funcţie de emergenţa arterei descrisă la aortografie

- ghidul şi cateterul trebuie manipulate cu atenţie pentru a se evita spasmul şi disecţia.

8. Angiografia mezenterică, celiacă:

- trunchiul celiac şi artera mezenterică superioară au emergenţa de pe peretele anterior al aortei abdominale nivel T12-L1-L2

- artera mezenterică inferioară emerge de pe peretele antero-lateral stâng al aortei abdominale, nivel L3-L4

- cateterele utilizate sunt: Cobra, Simmons etc.

9. Angiografia hepatică, splenică, gastrică stângă se fac prin cateterizarea supraselectivă a ramurilor trunchiului celiac (artera hepatică, artera splenică, artera gastrică stângă sau ramurile acestora) cu ghidul hidrofil pe care ulterior se inseră cateterul de diagnostic (Cobra, Simmons)

- pentru vasele tortuoase, vase de calibru mic sau pentru evitarea spasmului se utilizează sistemul coaxial cu microcateter

- debitul şi volumul contrastului injectat depind de calibrul arterei şi patologie.

10. Angiografia uterină se face prin injectarea supraselectivă în arterele uterine, ramuri din arterele hipogastrice

- se face prin abord brahial stâng deoarece se ajunge mai uşor în aorta descendentă

- se utilizează catetere Cobra lungi cu ajutorul cărora se cateterizează supraselectiv fiecare arteră uterină

- permite embolizarea uterină în fibromatoza uterină.

II. Angiografiile terapeutice sunt reprezentate de:

1. Angioplastia periferică percutană presupune utilizarea unei sonde cu balon cu ajutorul căreia se dilată stenoza arterială; în caz de ocluzie arterială, după dezobstrucţie cu ghid, se procedează la dilatare cu balon; aceste proceduri se pot însoţi sau nu de stentare.

Stentul este o plasă metalică cilindrică, care se implantează în vas şi reface calibrul normal al vasului. Stenturile sunt de mai multe tipuri:

- premontate pe balon (expandarea lor se face prin umflarea balonului pe care ele sunt premontate, după care balonul se retrage şi stentul rămâne expandat pe pereţii vasului)

- autoexpandabile: stenturile sunt plasate într-o teacă şi pe măsură ce se retrage teaca stentul se expandează pe pereţii vasului

- drug-eluting stent: stenturile sunt acoperite cu o substanţă farmacologic activă care previne tromboza stentului şi reduce în timp procentul de restenoză intrastent

- stentul acoperit cu un material sintetic special, utilizat în ruptura arterială pentru acoperirea defectului parietal

- stenturile acoperite jumătate cu material sintetic, jumătate cu celule deschise utilizate în procedurile TIPS (transjugular intrahepatic porto-sistemic) la pacienţii cirotici cu varice esofagiene pentru reducerea presiunii în sistemul port.

2. Angioplastia carotidiană percutană: dilatarea cu balon/stentarea stenozelor carotidiene; este necesară utilizarea unui filtru de protecţie pentru prevenirea migrării trombilor de la nivelul stenozei arteriale.

3. Angioplastia renală: dilatarea/stentarea stenozelor de arteră renală în HTA reno-vasculară.

4. Tromboaspiraţia se face cu ajutorul unor dispozitive speciale care aspiră trombul, refăcând astfel fluxul sanguin.

5. Tromboliza arterială/venoasă constă în injectarea unor agenţi trombolitici pe catetere speciale implantate în vas, la locul trombozei. Există mai mulţi agenţi de tromboliză: streptokinaza, urokinaza etc.

6. Embolizarea arterială înseamnă închiderea vasului cu un material special numit agent de embolizare. Agenţii de embolizare sunt complet sau temporar ocluzivi:

- spirale, microspirale care produc ocluzie vasculară definitivă
- particule de PVA
- microsfere
- onyx
- cianoacrilat (glues)
- colagen microfibrilar
- fibrină umană/artificială (Tachocomb, Tachosil, Gelfoam, Curaspon, Gelitaspon).

Consecutiv embolizării transcateter, în teritoriul respectiv se instalează ischemia arterială care determină o serie de simptome grupate în sindromul postembolizare. Acesta survine imediat postembolizare sau în primele 24 ore şi se manifestă prin: febră, greaţă, vărsătură, durere, care se remit cu antipiretice, antiemetice şi analgezice.

Embolizarea se efectuează în urgenţă (hemoragii digestive, anevrisme rupte, hemoragii posttraumatice), la pacienţii cronici (tumori hipervasculare pentru redu-

cerea gradului de vascularizaţie şi oprirea creşterii cum ar fi embolizarea fibroamelor uterine, malformaţii arterio-venoase, fistule arterio-venoase, anevrisme) şi preoperator pentru reducerea sângerării intraoperatorii în cazul unor tumori hipervascularizate ce urmează a fi rezecate chirurgical.

7. Chemoembolizarea hepatică indicată pentru tratamentul endovascular al tumorilor maligne hepatice primare sau secundare şi constă în injectarea intraarterială a citostaticelor mixate fie cu particule specifice care absorb citostaticul, fie cu Lipiodol. Procedura prin care se injectează intraarterial numai citostaticul se numeşte chemoinfuzie hepatică.

8. Implantarea de rezervor subcutan pentru citostatice este indicată pacienţilor cu tumori hepatice şi tromboză completă de venă portă. La plica inghinală, subcutan, se implantează un rezervor la care se conectează un cateter al cărui capăt distal se găseşte în artera hepatică, în vecinătatea tumorii. Dupa dezinfecţia locală a tegumentului se verifică permeabilitatea cateterului şi apoi se injectează citostaticele lent; ulterior se lavează cateterul şi se heparinizează rezervorul cu 5000ui.

III. Flebografia este metoda radiologică de examinare a sistemului venos cu ajutorul substanţei de contrast. Flebografiile de diagnostic se împart în:

1. Flebografia membrului inferior:
- pacientul în decubit pentru relaxarea musculaturii
- membrul inferior în pozitie declivă pentru umplerea patului venos superficial
- se pune un garou la nivelul gambei pentru umplerea patului venos profund
- se cateterizează o venă dorsală cât mai superficială şi mai lateral (se poate utiliza ghidajul ecografic)
- se injectează soluţie salină pentru verificarea permeabilităţii branulei pe care se va injecta substanţă de contrast
- coloana de contrast progresează de la gleznă spre coapsă cu vizualizarea celor două sisteme superficial şi profund
- prin compresia gambei, respectiv a coapsei, se facilitează progresia contrastului pentru vizualizarea venelor iliace şi a venei cave inferioare
- pentru vizualizarea venei cave inferioare se poate proceda şi la cateterizarea antegradă a venei femurale la nivelul trigonului Scarpa.

2. Flebografia membrului superior:
- cateterizarea unei vene de la nivelul antebraţului
- vena cavă superioară se vizualizează prin injectare pe cateter Pig-tail via vena femurală sau vena jugulară internă.

Flebografiile terapeutice sunt reprezentate de:

1. Dilatarea sau stentarea stenozelor venoase urmează acelaşi principiu ca angioplastia arterială.

2. Tromboaspiraţia utilizată frecvent pentru repermeabilizarea fistulelor arterio-venoase de dializă.

3. Implantarea intravenoasă periferică sau centrală a unor dispozitive pentru administrarea citostaticelor, medicamentelor sau nutriţie parenterală.

4. Implantarea filtrului de venă cavă inferioară pentru prevenirea trombembolismului pulmonar la pacienţii cu tromboză venoasă profundă, la cei cu intervenţii laborioase în sfera pelvină sau la cei cu imobilizare prelungită, care au risc mare de tromboză venoasă.

IX.5. Proceduri diagnostice şi terapeutice nonvasculare

1. Biopsia percutană este o metodă intervenţională prin care se obţine material tisular. Acele de biopsie se clasifică în funcţie de calibru, configuraţie, mecanismul de recoltare. În funcţie de metoda de vizualizare a leziunii biopsia se face prin ghidaj fluoroscopic, ecografic, computer tomografic.

2. Drenajul percutan al colecţiilor cu diferite localizări se face prin puncţionarea colecţiei cu un ac Seldinger prin care se inseră un mandren în colecţie şi pe mandren se implantează un cateter de drenaj cu diametru mare şi găuri laterale.

3. Drenajul biliar percutan este o metodă intervenţională percutană prin care se cateterizează calea biliară principală în care se implantează un cateter de drenaj pentru evacuarea excesului de bilă. Prin această metodă se dilată căile biliare stenozate şi se pot implanta stenturi pentru refacerea permeabilităţii căilor biliare.

4. Nefrostomia percutană este metoda intervenţională percutană care constă în implantarea unui cateter de drenaj în bazinet pentru evacuarea urinei la pacienţii cu hidronefroză. Prin această metodă se pot scoate calculi, se pot implanta sonde Cook pentru eliminarea microcalculilor renali sau se pot implanta stenturi pentru dilatarea stenozelor ureterale.

5. Nucleoplastia este o procedură minim invazivă pentru tratamentul percutan al herniilor de disc moderate. O parte din discul intervertebral este dizolvată reducându-se astfel dimensiunile herniei şi compresia asupra nervilor.

6. Vertebroplastia este un procedeu minim invaziv prin care se stabilizează fracturile vertebrale.

IX.6. Contraindicațiile generale ale angiografiei sunt reprezentate de:

- instabilitatea hemodinamică, care trebuie corectată preprocedural
- alergie la iod documentată medical
- insuficiență renală cronică
- insuficiență cardiacă globală
- tulburări de coagulare
- hipokalemie
- intoxicație digitalică
- febră intercurentă
- HTA necorectată.

Toate acestea sunt contraindicații relative, pe măsură ce deficiențele sunt corectate, intervenția angiografică poate fi efectuată.

Reacții secundare

La efectuarea puncției arteriale/venoase pacientul nu simte durere datorită anesteziei locale. La introducerea substanței de contrast pacientul percepe senzația de căldură la nivelul regiunii investigate. După unele gesturi terapeutice pot apărea o serie de simptome:

- durere (postembolizare, după dilatarea cu balon, la implantarea stenturilor) care cedează spontan sau necesită tratament cu analgezice
- greață, vărsături (postembolizare, după chemoembolizare) pentru care se administrează antiemetice
- febră care apare de regulă postembolizare sau la injectarea citostaticelor în ficat și se datorează eliberării unor substanțe pirogene din țesutul necrozat; se tratează cu antipiretice.

Administrarea substanței de contrast iodate determină reacții adverse cu grade diferite de severitate, care vor fi tratate corespunzător (vezi capitol IV). Pentru pacienții cunoscuți cu reacție adversă moderată la substanța de contrast se pot face scheme de desensibilizare preintervențional.

Pregătirea preprocedurală

Pentru procedurile simple de diagnostic sau intervențiile terapeutice simple pacienții nu necesită o pregătire specială. O serie de intervenții complexe impun o investigare corespunzătoare a pacientului care cuprinde: istoric al antecedentelor personale patologice, examen fizic complet, evaluarea funcției cardiace, pulmonare, renale, hepatice, hematologice (teste de coagulare), istoric de alergii, medicație curentă.

Pregătirea pacientului pentru intervenție constă în:

- întreruperea medicației anticoagulante orale cu 2-3 zile înaintea intervenției
- premedicație antihistaminică/steroizi la pacienții alergici la substanță de contrast
- antibioterapie profilactică cazurilor selecționate
- corectarea coagulopatiilor
- repaus alimentar cu minim 8 ore înaintea intervenției
- hidratare corespunzătoare necesarului pe 24 ore
- pacientul își golește vezica urinară sau se montează sondă urinară în cazul procedurilor îndelungate
- toaletarea regiunii de abord (zona este rasă și dezinfectată).

Îngrijirea intraprocedurală presupune:

- utilizarea tuturor mijloacelor care reduc gradul de iradiere al pacientului (colimare, filtrare, șorțuri de protecție, etc)
- măsuri de antisepsie prin care se evită transmiterea bolilor infecțioase
- monitorizarea pacientului (TA, EKG, puls oximetru): asistentul medical trebuie să monitorizeze pacientul la fiecare 10-15 minute
- două linii venoase pentru administrarea fluidelor și medicației
- sedare ușoară
- menținerea căilor aeriene libere
- oxigen suplimentar
- monitorizarea apariției reacțiilor adverse.

În timpul procedurii asistentul medical servește medicului materialele necesare, pregătește seringa de injectare automată și setează constantele fizice pe care i le indică medicul, după injectarea substanței de contrast se achiziționează digital imagini angiografice. Pe toată durata procedurii asistentul medical observă pacientul în legătură cu apariția reacțiilor adverse.

1. Reacții adverse la sedative și analgezice

- cele mai comune: hipoxia și detresa respiratorie
- mai puțin frecvente: greață, vărsături, hipotensiune, bradicardie, agitație, confuzie.

Greața și vărsăturile se tratează cu antiemetice.

Hipoxia: oxigen suplimentar, sedare.

Detresă respiratorie, hipotensiune: oxigen suplimentar, antagoniști ai medicamentelor supradozate (Naloxone este antagonist de opiaceu, Flumazenil este antagonist de benzodiazepine).

2. Reacţia vaso-vagală include hipotensiune cu bradicardie, greaţă şi transpiraţii abundente. Tratament: ridicarea picioarelor, infuzia i.v. rapidă de fluide, atropină.

3. Hipertensiune. Majoritatea pacienţilor devin normotensivi după sedative şi analgezice. În caz de hipertensiune arterială susţinută se pot administra: nifedipină sublingual, labetalol i.v., nitroglicerină sublingual sau i.v., clonidină oral este necesară în prelungirea efectului antihipertensiv postprocedural.

4. Hemoragia la locul puncţiei este mai frecventă la pacienţii hipertensivi sau la cei care au primit medicaţie anticoagulantă. Tratament: infuzia rapidă de lichide i.v şi monitorizarea hemodinamică continuă.

5. Reacţii adverse la substanţa de contrast pot fi minore (urticarie, greaţă şi vărsături, care în majoritatea cazurilor nu necesită tratament sau administrarea unui antihistaminic), moderate (bronchospasm moderat sau wheezing, edem facial sau laringian moderat sau hipotensiune cu tahicardie: bronhospasmul se tratează cu oxigen suplimentar, inhalarea de bronhodilatatoare sau epinefrină s.c; hipotensiunea şi tahicardia se tratează cu: ridicarea picioarelor, infuzia rapidă de fluide, dopamină) şi severe (bronhospasm sau laringospasm severe şi hipotensiune care reclamă tratament urgent şi agresiv cu: oxigen suplimentar, infuzia rapidă de fluide şi epinefrină i.v repetată la 2-3 minute).

6. Hipoglicemie: mai frecventă la diabetici, se tratează prin infuzia de glucoză.

7. Aritmii: TPSV se tratează cu adenozină, verapamil; tahicardia ventriculară este de regulă tranzitorie; când este susţinută se tratează cu lidocaină.

La sfarşitul intervenţiei se retrage teaca şi se face hemostaza locală. La pacienţii care au primit heparină teaca se retrage după 4-6 ore.

Hemostaza la locul de puncţie se face prin compresie manuală sau prin utilizarea dispozitivelor mecanice de închidere vasculară.

Compresia manuală la locul puncţiei este cea mai veche metodă de hemostază şi se face astfel:

- cu o mână se comprimă artera pe capul femural, iar cu cealaltă se comprimă locul puncţiei.
- metoda reclamă mai mult timp din partea operatorului, se prelungeşte timpul de imobilizare al pacientului şi creşte rata complicaţiilor la locul puncţiei.

Dispozitivele mecanice de închidere vasculară sunt grupate în trei categorii:

1. Plasarea colagenului care creează o placă externă deasupra puncţiei arteriale (ex: VasoSeal, AngioSeal, Duett)
2. Dispozitive de sutură arterială (Perclose Closer, Prostar, Xpress)
3. Patch extern care accelerează coagularea (Syvek, Clo-sur, D-stat Dry Patch).

Niciun dispozitiv nu şi-a demonstrat superioritatea faţă de celălalt. Rata de conversie la compresie manuală este de < 15%.

Dispozitivele de închidere vasculară au o serie de avantaje: se reduce timpul de hemostază, se reduce timpul de spitalizare, sunt frecvent utilizate atunci când se folosesc teci de mărime mare şi medicaţie anticoagulantă.

Utilizarea dispozitivelor de închidere vasculară au o serie de dezavantaje: nu se reduce frecvenţa complicaţiilor comparativ cu compresia manuală, costul, existenţa criteriilor de excludere pentru folosirea dispozitivelor (boala vasculară periferică care afectează AFC, hipertensiune refractară, puncţia AFS sau AFP, existent hematomului local, puncţiile multiple), apariţia complicaţiilor cum ar fi tromboză locală, embolizare, infecţie locală.

Dupa efectuarea hemostazei, asistentul medical face un pansament compresiv la locul puncţiei, pacientul este mutat pe un brancard cu ajutorul căruia este transportat la salon. Pentru puncţia femurală pacientul trebuie să stea cu piciorul intins la pat minim 6 ore (în funcţie de indicaţia medicului), iar pentru puncţia brahială sau radială pacientul trebuie să stea cu braţul întins.

Îngrijirea post-procedurală

Pacientul este supravegheat 24 ore astfel:

- se observă locul puncţiei (pot apărea sângerări, hematoame)
- se monitorizează pulsul şi tensiunea arterială la fiecare 15 minute în prima oră, la 30 minute în a doua oră şi la fiecare oră în următoarele 24 ore,
- dacă pacientul nu-ţi poate mişca mâna sau piciorul sau acuză parestezii, dureri este anunţat imediat medicul.

Pacientul se hidratează conform necesarului pe 24 ore şi poate mânca la aproximativ 3-4 ore după intervenţie.

Complicaţiile procedurilor radiologice intervenţionale percutane

Intervenţiile percutane pot crea de o serie de complicaţii, mult mai frecvente în cazul procedurilor angiografice. Rata de complicaţii pentru procedurile angiografice de diagnostic este mai mică comparativ cu angiografiile terapeutice. Riscul de apariţie a complicaţiilor depinde de tipul de procedură, coexistenţa factorilor de risc şi experienţa operatorului.

Complicaţii la locul puncţiei:

- sângerare mică sau hematom: compresie locală, refacerea pansamentului local

- sângerare importantă care reclamă tratament: transfuzii, evacuare chirurgicală; sângerarea importantă este suspectată la pacienții care devin agitați, palizi, acuză durere la locul puncției sau în flanc, hipotensiune, tahicardie; hematomul brahial comprimă nervul radial și ulnar determinând neuropatie senzitivă sau motorie

- pseudoanevrism < 2cm se închid spontan prin menținerea pansamentului compresiv câteva zile; cele mai mari sau persistente reclamă tratament

- fistulă arterio-venoasă

- ocluzie prin tromboză sau disecție

- perforație sau extravazare se tratează endovascular prin implantarea unui stent acoperit cu proteză sintetică

- embolizare distală prin trombi formați pericateter (se manifestă prin dureri și parestezii în teritoriile embolizate și se tratează conservator sau se administrează heparină)

- embolizarea colesterolotică este o complicație gravă.

Capitol X

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A CRANIULUI

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

X.1. RADIOANATOMIA CRANIULUI

Craniul este o cutie osoasă care este divizat în două regiuni și anume viscerocraniu și neurocraniu.

Viscerocraniul este constituit din mai multe oase și anume: oase maxilare, zigomatice, palatine, nazale, mandibulă, precum și vomerul, apofizele pterigoide, sfenoidul, etmoidul, hioidul. Viscerocraniul denumit și masiv facial conține de fapt cavități și formațiuni anatomice foarte importante: sinusurile anterioare și posterioare ale feței, orbitele, fosele nazale, cavitatea bucală, fosa infratemporală, articulația temporo-mandibulară, arcadele dentare, glandele salivare, etc.

Neurocraniul este delimitat de următoarele oase: frontal, parietal, temporal, occipital și conține atât emisferele cerebrale, cât și emisferele cerebeloase, trunchiul cerebral, sistemul ventricular. Oasele neurocraniului sunt separate între ele prin suturi, care determină mici incizuri la aceste nivele.

Craniului i se descriu două porțiuni: exocraniul și endocraniul. Exocraniul constituie suprafața exterioară, iar endocraniul suprafața interioară a cutiei craniene.

La nivelul oaselor craniene există numeroase canale și orificii numite găuri, la nivelul cărora trec structuri vasculare și nervi.

Oasele craniene sunt alcătuite din două lame de țesut osos compact care formează una tăblia internă, iar cealaltă tăblia externă, iar între cele două tăblii se găsește țesut osos sponngios care poartă denumirea de diploe.

Exocraniul corespunde unei cutii care prezintă șase fețe. Fața superioară corespunde boltei craniene. Fața anterioară corespunde porțiunii solzoase a osului frontal. Fețele laterale sunt alcătuite dinspre ventral spre caudal dintr-o porțiune a osului frontal și aripa mare a osului sfenoid, porțiunea inferioară a parietalului, temporal si occipital. Fața posterioară corespunde stâncii osului temporal și osului occipital. Fața inferioară corespunde bazei de craniu și poate fi împărțită în două regiuni: facial și temporo-occipitală.

Endocraniul la nivelul bazei de craniu este o regiune care poate fi divizată în trei etaje şi anume etajul anterior, mijlociu şi posterior.

Etajul anterior al endocraniului este delmitat dorsal de aripa mica a sfenoidului şi de jugulum sfenoidal, fiind constituit din os frontal, etmoidal şi sfenoidal.

Etajul mijlociu este un etaj sfeno-temporal, fiind delimitat posterior de marginea superioară a stâncii temporalului şi lama patrulateră a sfenoidului. Osul sfenoid constituie fundamentul etajului mijlociu al bazei de craniu, formând planşeul fosei cerebrale mijlocii.

Etajul posterior este de asemenea un etaj sfeno-temporal. Lateral, dinspre interior spre exterior se vor găsi masele laterale ale osului occipital, foramenul jugular, faţa posterioară a stâncii temporalului cu conductul auditiv intern.

X.2. REPERE ANATOMICE LA NIVEL CRANIAN

Reperele anatomice utilizate în explorarea radio-imagistică a craniului sunt reprezentate de (fig. 28):

-**Vertex** care reprezintă "vârful capului" sau punctul cel mai înalt al calvariei
-**Glabela** care este punctul de maximă curbură a frontalului (pe linia mediană)
-**Nasion** care de fapt este rădăcina nasului
-**Menton** care reprezintă vârful bărbiei
-**Inion** care este protuberanţa occipitală externă
-**Linia Reid** care este o linie care uneşte canalul auditiv extern (CAE) cu unghiul extern al orbitei.

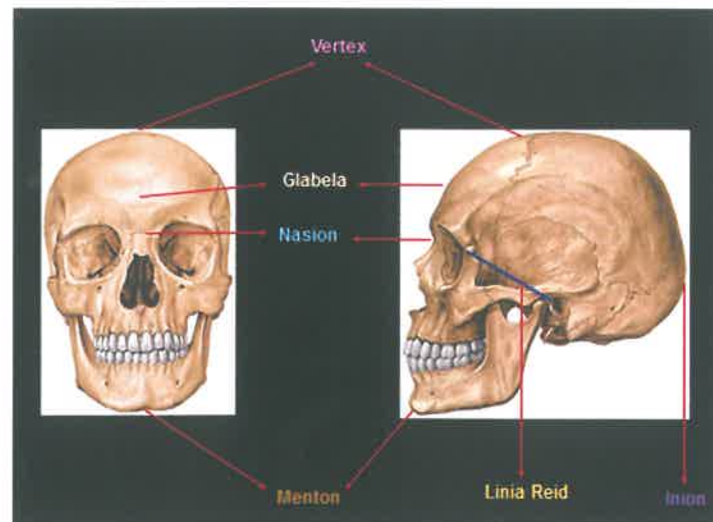


Figura 28. Repere anatomice craniu

X.3.TEHNICI DE EXPLORARE A CRANIULUI

X.3.1. Explorarea radiologică convenţională

Pentru a se realiza radiografii efectuate în incidenţe corecte trebuie să se ţină seama de reperele anatomice mai sus amintite la care se adaugă trei planuri de referinţă ale craniului în ansamblu.

Primul plan este planul orizontal al craniului care este un plan imaginar ce străbate masivul facial şi neurocraniul trecând tangent la marginea orbitară inferioară şi tangent superior la conductul auditiv extern.

Cel de al doilea plan este perpendicular pe primul plan la jumătatea lui fiind planul mediosagital. Aceste două planuri sunt utilizabile în radiografia de craniu de faţă.

Cel de al treilea plan este de fapt perpendicular pe celelalte două, numit planul biauricular care trece prin conductele auditive externe. Acest ultim plan împreună cu planul orizontal sunt utilizabile pentru efectuarea unei radiografii craniene de profil.

1. Radiografia de craniu de faţă

Acest tip de radiografie se poate efectua în incidenţă postero-anterioară sau antero-posterioară cu pacientul în ortostatism, în sezând sau în decubit ventral sau dorsal. Indicat este ca radiografia să fie efectuată cu grilă, distanţa focus-film fiind de maxim 1 m.

Pe o radiografie craniană de faţă elementele osoase ale bazei de craniu se sumează cel mai frecvent cu orbitele şi segmente din masivul facial.

1.1. Radiografia craniului de faţă incidenţă postero-anterioară

Poziţionare: pacientul în decubit ventral (sau poziţie şezândă), cu antebraţele în lungul mesei se sprijină cu palmele pe masă de o parte şi de alta a casetei. Planul mediosagital perpendicular pe film, pacientul se sprijină cu fruntea şi nasul pe masă (sau pe stativ), glabela fiind situată în mijlocul filmului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe film intră deasupra protuberanţei occipitale externe şi iese prin rădăcina nasului.

Film 24/30 în lung.

Distanţa focus-film: 70-100 cm.

1.2. Radiografia craniului de față incidență antero-posterioară (fig. 29 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal sau poziție șezândă, capul se sprijină cu regiunea occipitală pe masă (sau pe stativ). Planul sagital perpendicular pe casetă, bărbia ușor flectată pentru a aduce planul frontal paralel cu planul casetei.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la 1-2 cm deasupra glabelei.

Film 24/30 pe lung.

Distanța focus-film: 70-100 cm.

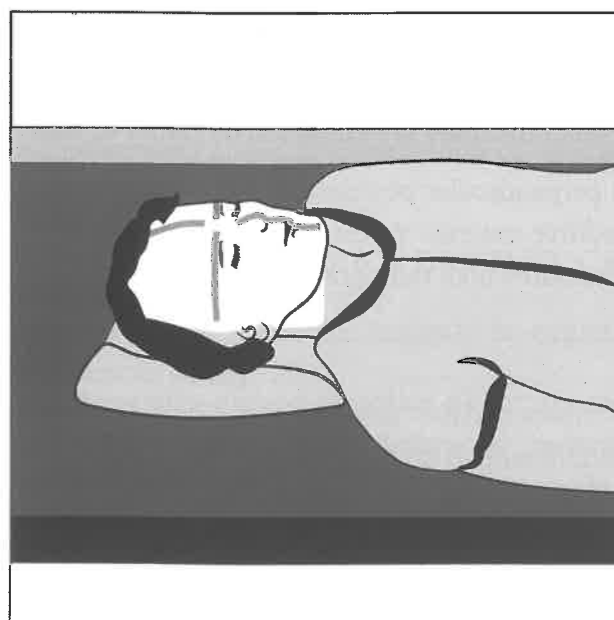


Figura 29 a. Poziționare

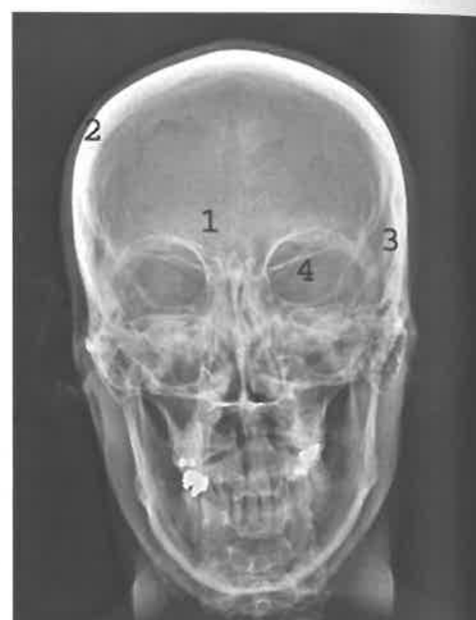


Figura 29 b. Radiografie craniu față
1. os frontal
2. os parietal
3. os temporal
4. orbită

2. Radiografia craniului de profil (fig. 30 a, b)

În această incidență oasele calotei craniene se vor suprapune cele de partea dreaptă cu cele de partea stângă, dar pot fi vizualizate, precum și șaua turcică.

Poziționare: pacientul în decubit ventral sau în ortostatism la stativul vertical, capul rotat lateral 90° cu planul mediosagital paralel cu caseta, se sprijină cu regiunea temporo-parietală pe mijlocul casetei. Antebrațul de partea spre care este întors capul, este flectat și se sprijină cu mâna pe placă. În decubit ventral craniul este menținut pe masă cu pumnul sub bărbie pentru a păstra paralelismul planului sagital al craniului cu masa, respectiv cu caseta.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră în mijlocul liniei ce unește unghiul extern al orbitei cu canalul auditiv extern (linia Reid), la 4 cm ventral de CAE.

Film 24/30 pe lat.

Distanța focus film: 70-100 cm.

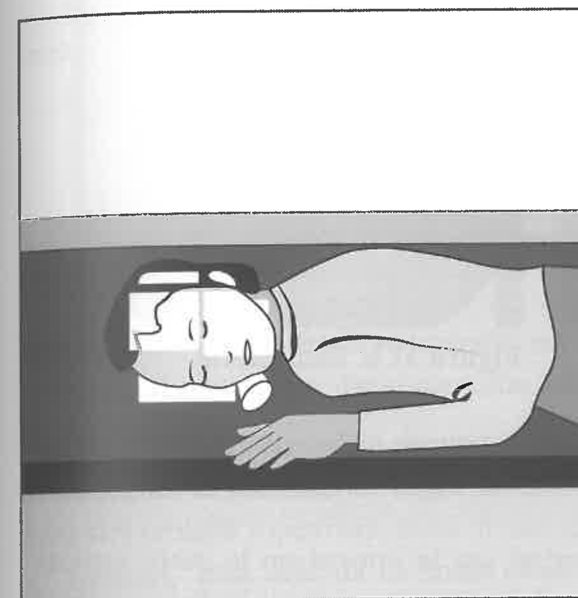


Figura 30 a. Poziționare

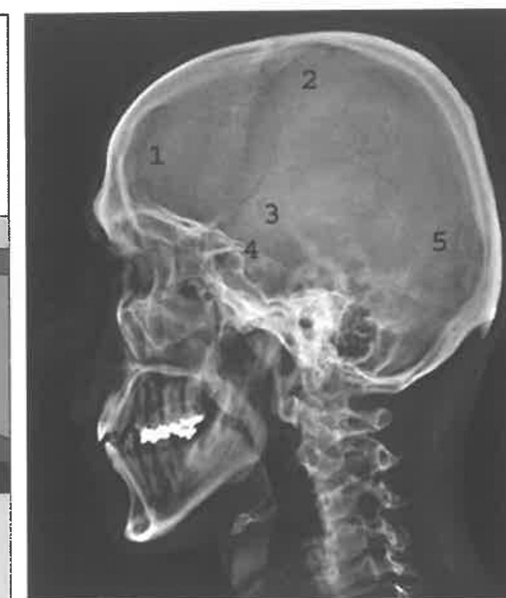


Figura 30 b. Radiografie craniu profil
1. os frontal
2. os parietal
3. os temporal
4. os sfenoid
5. os occipital

3. Radiografia craniului incidența axială (Hirtz) (fig. 31 a, b)

În această incidență pot fi vizualizate sinusurile etmoido-sfenoidale, atlasul, apofiza odontoidă, apofiza mastoidă, unele orificii ale bazei de craniu.

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu capul în hiperextensie, cu planul mediosagital perpendicular pe masa de examen, se sprijină cu vertexul pe mijlocul casetei (se așează saci de nisip sub coloana toracală la nivelul umerilor). Se poate realiza și în poziție șezândă, cu capul pe spate în extensie forțată.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la mijlocul liniei ce unește cele 2 unghiuri ale mandibulei și iese prin vertex. Când posibilitățile de extensie ale pacientului sunt reduse, raza centrală se înclină caudo-cranial 10-15° pentru a ieși tot prin vertex.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

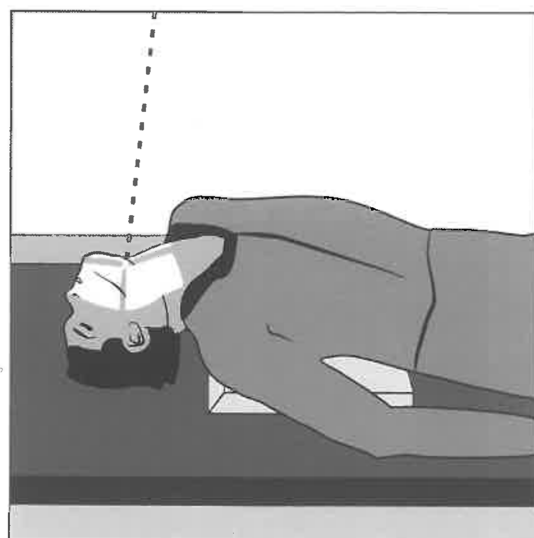

Figura 31 a. Poziționare


Figura 31 b. Radiografie

4. Radiografii în incidențe speciale

4.1. Radiografia pentru șaua turcească

Poziționare: pacientul în decubit ventral sau în ortostatism la stativ vertical, capul întors 90° cu planul mediosagital paralel cu caseta și se sprijină cu regiunea temporo-parietală pe mijlocul casetei. Antebrațul de partea care este întors capul, este flectat și se sprijină cu mâna pe placă. Este o radiografie în incidență de profil.

Centrare: raza centrală la 1-2 cm deasupra liniei Reid

Film 24/30 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

Este o poziționare, care nu aduce suficiente informații referitoare la șaua turcică și mai ales la glanda hipofiză și care, în mod normal, ar trebui înlocuită cu un examen de rezonanță magnetică dedicat.

4.2. Incidența Chausse (antro-adito-timpanală)

În perioada în care CT-ul nu era utilizat pe scară largă această incidență era utilizată pentru a evidenția structurile urechii medii, celulele mastoide și o parte a labirintului osos al urechii.

Poziționare: pacientul în decubit dorsal sau în ortostatism la stativ vertical, bărbia mult flectată în piept. Capul este ușor înclinat cu 10-15° spre partea opusă celei radiografiate.

Centrare: raza centrală în foseta temporală a regiunii de examinat. Se utilizează localizator cilindric.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

4.3. Incidența laterală pentru apofiza stiloidă

Poziționare: pacientul în decubit ventral, cu capul în profil perfect, planul mediosagital paralel pe casetă. Capul se sprijină pe casetă și are mentonul mult împins înainte, gura este deschisă.

Centrare: raza centrală dublu înclinată 10° cranio-caudal și 10° postero-anterior, intră în spatele gonionului de partea opusă.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1m.

Nici această poziționare nu mai este utilizată astăzi, în era CT-ului.

4.4. Incidența Stenwers (occipito-zigomatică) (fig. 32)

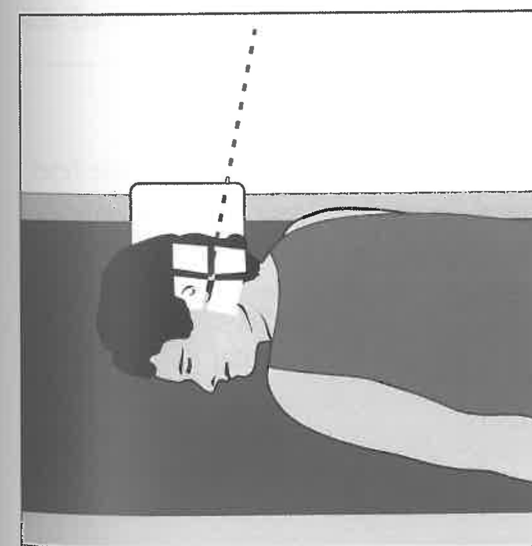
Este de asemenea o incidență cu valoare mai mult istorică, având în vedere utilizarea CT-ului. Această radiografie era folosită pentru a evidenția în primul rând conductul auditiv intern, dar și mastoida, precum și o parte a urechii medii.

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul înclinat lateral astfel încât planul mediosagital să formeze un unghi de 45° cu masa de examen. Capul se sprijină cu marginea orbitală superioară, nasul și osul zigomatic pe masă.

Centrare: raza centrală înclinată caudo-cranial 10-12° intră la 1-2 cm deasupra protuberanței occipitale externe și iese în mijlocul liniei ce unește unghiul extern al orbitei cu punctul auricular de partea examinată.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.


Figura 32. Poziționare

4.5. Radiografia regiunii petro-mastoidiene (temporo-timpanică, Schuller) (fig. 33)

Este o incidență utilizată în ORL, evidențiind celulele mastoide, precum și articulația temporo-mandibulară.

Poziționare: pacientul în decubit ventral cu capul în profil perfect (planul mediosagital paralel cu caseta), cu bărbia mult în piept se sprijină cu orificiul auditiv extern pe casetă la 2 cm superior de unghiul acesteia. Pavilionul urechii trebuie întors spre față.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal 25-30°, intră la 6-7 cm deasupra canalului auditiv extern al urechii dinspre tub si iese prin canalul auditiv extern de partea opusă.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 70-100 cm.

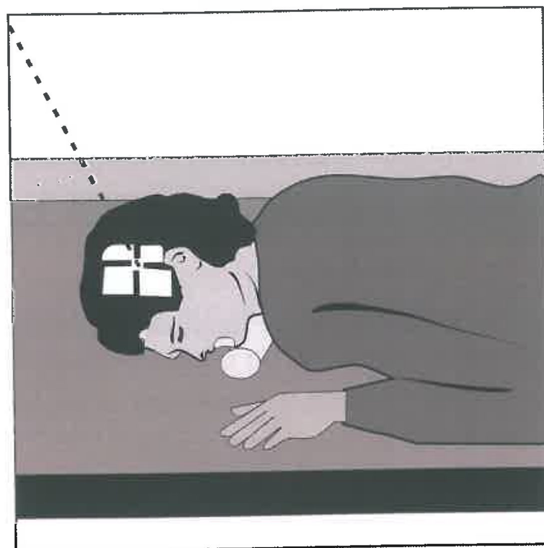


Figura 33. Poziționare

4.6. Incidența pentru sinusurile anterioare ale feței (SAF) (fig. 34 a, b)

Este o incidență radiologică care pune în evidență sinusurile anterioare ale feței reprezentate de sinusul maxilar și sinusul frontal, putând evidenția și devierile de piramidă nazală. Mai poartă denumirea de incidență gură-nas.

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism sau în șezut cu fața la stativul vertical, capul în semiextensie, planul mesdiosagital perpendicular pe suport, iar gura larg deschisă, se sprijină pe suport în menton și vârful nasului. Palmele sunt așezate simetric de-o parte și de alta a capului.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal 10-15°, pătrunde prin vertex și iese în dreptul spinei nazale anterioare.

Film 18/24 sau 24/30 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.

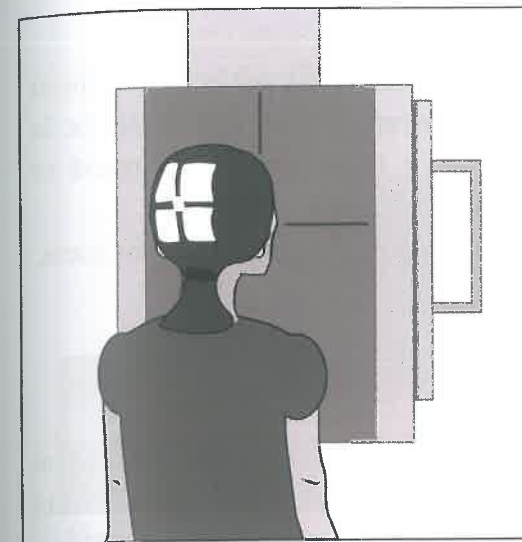


Figura 34 a. Poziționare

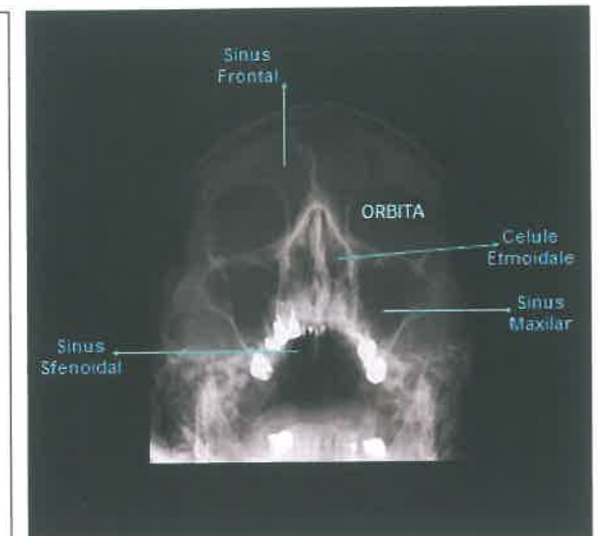


Figura 34 b. Radiografie SAF

4.7. Incidența semiaxială a masivului facial

Poziționare: pacientul în decubit ventral cu capul în extensie, bărbia împinsă înainte, gura închisă, planul mediosagital perpendicular pe film.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin vertex și iese în dreptul arcadei dentare inferioare.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1m.

4.8. Incidența comparativă bilaterală pentru arcada zigomatică (May) (fig. 35)

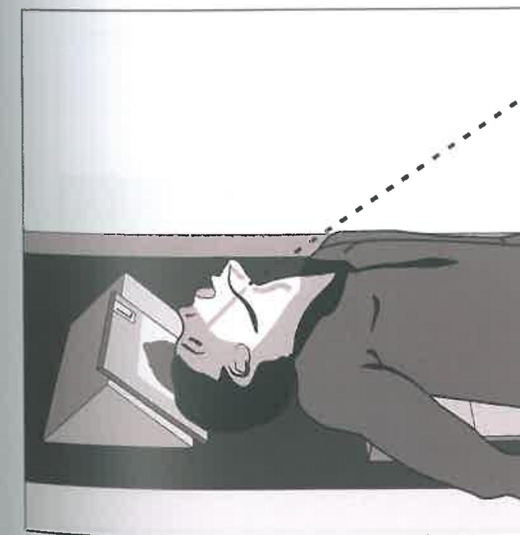


Figura 35. Poziționare

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul în extensie forțată, bărbia mult împinsă înainte, sprijinindu-se pe caseta în 1/3 anterioară, astfel încât porțiunea cea mai proeminentă a fiecarei arcade să se proiecteze pe mijlocul casetei. Capul se înclină de partea opusă celei radiografiate (planul mediosagital înclinat cu 15°).

Centrare: raza centrală înclinată cu 30° cranio-caudal intră la jumătatea distanței dintre marginea inferioară a orbitei și canalul auditiv extern.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanța focus film: 1 m.

4.9. Incidența de profil a masivului facial

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul în profil perfect astfel încât planul mediosagital să fie paralel cu caseta. Proeminența malară trebuie să fie în mijlocul casetei. Mâna de partea dinspre caseta stă pe lângă corp, mâna opusă se sprijină cu palma pe masă.

Centrare: raza centrală dirijată vertical, intră la 2 cm anterior de canalul auditiv extern.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.

4.10. Incidența pentru orbite (fig. 36)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, fruntea și nasul se sprijină pe masă/stativ (poziție frunte-nas). Planul mediosagital este perpendicular pe casetă.

Centrare: raza centrală se înclină la 45° cranio-caudal, intră prin vertex și iese prin nasion.

Film 18/24 pe lat.

Distanța focus film: 1 m.



Figura 36. Radiografie orbite

4.11. Incidența de profil a oaselor nazale (figura 37 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, cu capul în profil perfect (plan mediosagital paralel cu caseta).

Centrare: raza centrală intră prin baza nasului. Se diafragmează câmpul de expunere până la 2 cm în fața nasionlui.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus film: 1 m.



Figura 37 a. Poziționare



Figura 37 b. Radiografie nas profil

4.12. Incidența oblică a mandibulei (fig. 38 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, capul în profil perfect se sprijină cu partea de radiografiat pe casetă, cu planul mediosagital paralel cu caseta și ramura orizontală a mandibulei pe mijlocul casetei.

Centrare: raza centrală se dirijează oblic-vertical pe casetă, caudo-cranial sub un unghi de 15°, tangent la marginea bazilară, la 1 cm anterior de unghiul mandibulei, prin ramul orizontal aflat pe casetă. Se efectuează incidențe separate pentru stânga și pentru dreapta.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanța focus film: 1 m.

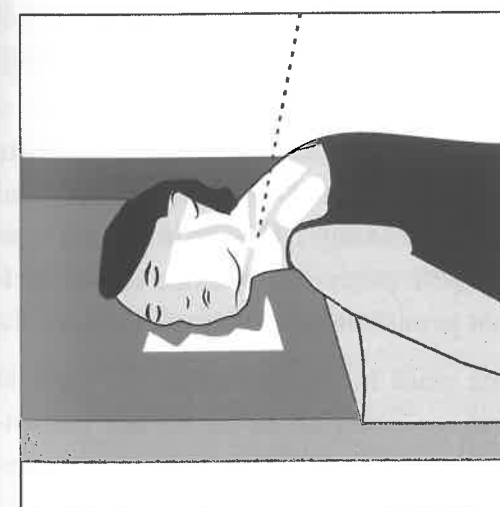


Figura 38 a. Poziționare



Figura 38 b. Radiografie ram mandibulă

4.13. Incidenţa pentru mandibulă de faţă (fig. 39)

Poziţionare: pacientul în decubit dorsal pe masă sau în ortostatism la stativul vertical, cu capul cu planul frontal paralel cu caseta, cu planul mediosagital perpendicular pe casetă, cu gura deschisă.

Centrare: raza centrală dirijată perpendicular pe casetă, printr-un plan care trece prin baza craniului şi intră prin nasion.

Film 18/24 pe lat (x2).

Distanţa focus film: 1 m.



Figura 39. Radiografie mandibulă de faţă

X.3.2. Examenul computertomografic (CT) al craniului

Apariţia CT-ului a făcut ca majoritatea incidenţelor speciale ale radiografiilor craniene să fie înlocuite cu această metodă, care aduce informaţii mult mai complete şi mai exacte despre modificările la nivelul oaselor studiate, eliminând în acelaşi timp suprapunerile osoase întâlnite în cazul examenelor radiografice convenţionale.

În plus CT-ul este metoda cea mai facilă de a stabili modificările apărute la nivelul structurilor interne ale cutiei craniene, în mod special de la nivelul encefalului. Astfel la momentul actual cu excepţia radiografiilor în incidenţă craniu de faţă, craniu de profil, SAF, oase proprii piramidă nazală, restul incidenţelor speciale de la nivelul craniului au fost practic înlocuite de examenul CT.

Poziţionare: pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu capul în suportul special al aparatului astfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, fixarea capului se face cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului. Pacientul trebuie să stea cu mâinile întinse pe lângă corp.

Centrare: laserul orizontal să treacă prin meatul auditiv extern şi încrucişarea razelor de ghidaj să se afle în vertex

Topograma: se realizează o topogramă laterală

Scanare: de la nivelul găurii occipitale la nivelul vertexului, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planurile de achiziţie la nivel cranian pot fi în planul orbito-meatal, plan reprezentat de o linie care uneşte conductul auditiv extern cu partea mediană externă a orbitei, care necesită înclinarea gantry-ului sau se poate utiliza planul indiferent fără înclinarea tubului.

Achiziţia: se poate face secvenţial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziţie: sunt cel puţin două, una pentru encefal şi una pentru os

Reconstrucţii: posibile în celelalte două planuri sagital şi coronal 2D, precum şi 3D

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depind de regiunea examinată (craniu, şa turcică, mastoidă, etc).

Examen CT sinusuri:

Este o poziţionare specială în cadrul examenelor CT, datorită în special a patologiei sinusurilor anterioare şi posterioare ale feţei. Se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul capului şi gâtului (cercei, coliere, proteze auditive, ochelari, proteze dentare mobile, etc.)

Poziţionare: se culcă bolnavul pe masă în decubit ventral, cu capul în extensie maximă, sprijinit pe pernă în bărbie şi mâinile întinse pe lângă corp cu capul în perna specială pentru examinarea capului

Centrare: se fixează capul astfel încât să fie centrat simetric pe pernă, cu planul mediosagital al bolnavului în axul mesei şi planul frontal perpendicular pe pernă (fixarea capului se face numai cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului – curele, pernuţe de burete). Se centrează în gantry astfel încât laserele să se încrucişeze pe vârful nasului

Topograma: se realizează o topogramă laterală

Scanare: de la nivelul planşeului sinusului maxilar la tavanul sinusului frontal, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziţie este înclinat astfel încât să fie paralel cu planul sinusurilor.

Achiziţia: se poate face secvenţial sau spiral, în plan coronal.

Ferestre de achiziţie: sunt cel puţin două, una pentru părţi moi şi una pentru os

Reconstrucţii: posibile în celelalte două planuri sagital şi axial 2D, precum şi 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: sunt raportate la sinusuri.

X.3.3. Examenul prin rezonanţă magnetică (IRM) al craniului

Explorarea IRM a structurilor craniene aduce informaţii amănunţite în ceea ce priveşte structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie preţul de cost ridicat, precum şi timpul lung de achiziţie.

Poziţionare: pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu capul în antena specială a aparatului astfel încât planul medio-sagital să fie perfect perpendicular pe suport, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigaţiei pacientul trebuie să stea nemişcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital şi coronal.

Scanare: de la nivelul găurii occipitale la nivelul vertexului, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziţia în plan axial la nivel cranian se poate face în planul orbito-meatal, plan reprezentat de o linie care uneşte conductul auditiv extern cu partea mediană externă a orbitei, care necesită înclinarea tubului, bicomisural care este o linie ce uneşte celel două comisuri sau se poate utiliza planul indiferent fără înclinarea tubului.

Achiziţia în plan sagital este paralelă cu linia medio-sagitală a encefalului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia medio-sagitală a encefalului.

Este obligatoriu ca achiziţia să cuprindă toate cele trei planuri, precum şi secvenţele de bază.

Reconstrucţii: posibile 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depind de regiunea examinată (craniu, şa turcică, mastoidă etc).

Capitol XI

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A COLOANEI VERTEBRALE

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XI.1. RADIOANATOMIA COLOANEI VERTEBRALE

Coloana vertebrală este alcătuită din cinci porţiuni şi anume coloană cervicală, coloană toracală sau dorsală, coloană lombară şi sacru, urmat de coccis.

Coloana cervicală din punct de vedere al staticii în mod normal are o curbură fiziologică de tip lordoză, cea toracală prezintă fiziologic un grad de cifoză, iar cea lombară are un grad de lordoză.

Coloana cervicală are în componenţa sa şapte vertebre, cea toracală are douăsprezece vertebre, cea lombară cinci, sacrul fiind format din patru-cinci corpi vertebrali care sunt sudaţi, iar coccisul are de asemenea 3-4 vertebre sudate. Osul sacrat face parte din componenţa oaselor bazinului din punct de vedere topografic, el articulându-se cu osul iliac formând articulaţiile sacroiliace.

Indiferent de localizare, fiecare vertebră are în componenţă un corp vertebral, un arc vertebral şi o gaură vertebrală.

Corpul vertebral are o formă cilindrică, este localizat în porţiunea anterioară a vertebrei şi prezintă o faţă superioară şi una inferioară.

Arcul vertebral este localizat în porţiunea postero-laterală a vertebrei şi are în componenţă: pediculul, incizurile superioară şi inferioară, acestea delimitând gaura vertebrală, procesele transverse, procesul spinos, procesele articulare superior şi inferior, lama arcului vertebral.

Gaura vertebrală este delimitată de corpul şi arcul vertebral, iar prin suprapunerea vertebrelor formează canalul spinal în interiorul căruia se găseşte cordonul medular spinal.

Prima vertebră cervicală poartă numele de atlas, iar cea de a doua axis. Atlasul este format din două mase laterale unite de arcuri. Axisul are o prelungire, dintele sau odontoida.

Între corpii vertebrali se află discurile intervertebrale, care sunt înconjurate în totalitate de un inel fibros.

XI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A COLOANEI VERTEBRALE

XI.2.1. Explorarea radiologică convențională

Radiografiile de coloană se execută de principiu pentru fiecare porțiune de coloană în parte, cele mai comune incidențe fiind de față și de profil, existând însă și incidențe speciale. Pentru a obține o calitate bună a radiografiei de coloană trebuie să fie îndepărtat orice obiect radioopac din aria de examinat, distanța focar-film să fie de 100-120 cm, iar când se folosește iontomatul, acesta să fie setat pe camera centrală.

1. Radiografia de atlas și axis (figura 40)

Acest tip de radiografie face parte din categoria celor speciale fiindcă se adresează doar unei vertebre sau două din regiunea cervicală a coloanei vertebrale.

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu spatele la stativ și gura deschisă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră la marginea inferioară a arcadei dentare superioare, perpendicular pe stativ.

Film 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 40. Radiografie de atlas și axis

2.Radiografia coloanei cervicale

2.1.Radiografia coloanei cervicale incidența de profil (fig. 41 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu umerii trași caudal până la refuz și cu planul mediosagital paralel cu caseta. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă, cu bărbia spijinită în pumn pentru a menține planul mediosagital al gâtului.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea mușchiului sternocleidomastoidian și perpendiculară pe stativ.

Film: 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

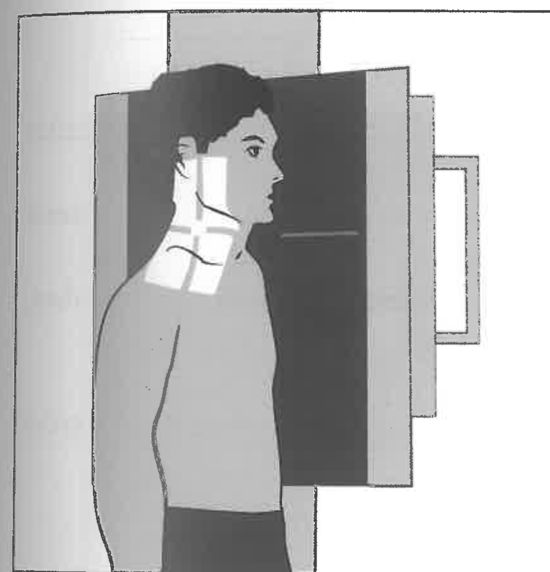


Figura 41 a. Poziționare



Figura 41 b. Radiografie coloană cervicală profil

2.2. Radiografia coloanei cervicale incidența de față (fig. 42 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism cu capul ușor în extensie și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre menton și furculița sternală, având direcție oblic ascendentă sau caudo-cranial în unghi de 15-20°.

Film 18/24 în lung sau 24/30.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

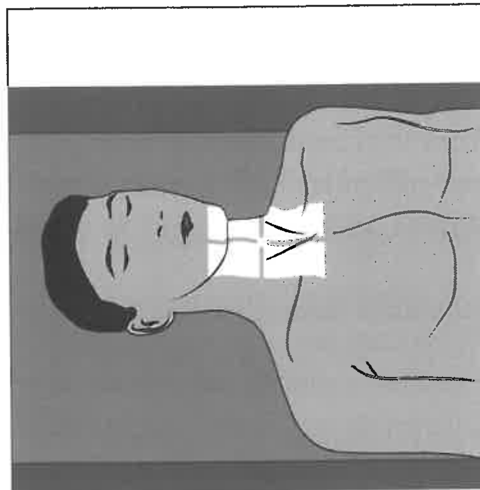


Figura 42 a. Poziționare



Figura 42 b. Radiografie coloană cervicală față

2.3. Radiografia coloanei cervicale incidența de trei sferturi (fig. 43 a, b)

Această incidență este realizată pentru a obține imaginea radiologică a găurilor de conjugare.

Poziționare: pacientul în ortostatism sau în poziție șezândă cu planul mediosagital realizând un unghi de 45° cu stativul.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea mușchiului sternocleidomastoidian, perpendiculară pe stativ.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

Radiografia se execută bilateral, succesiv.

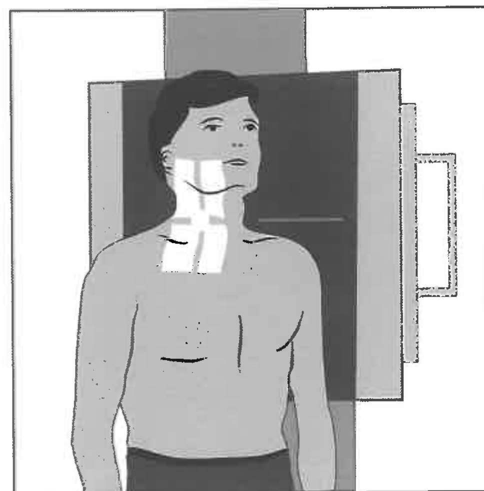


Figura 43 a. Poziționare



Figura 43 b. Radiografie coloana cervicală 3/4

3. Radiografia joncțiune cervico-toracală (poziția înotătorului) (fig. 44 a, b)

Această incidență este realizată pentru a obține imaginea radiologică a vertebrelor C7-T2.

Poziționare: pacientul în decubit lateral sau în poziție șezândă cu planul mediosagital paralel cu masa sau stativul. Membrul superior de partea casetei ridicat, cu antebrațul flectat pe braț, iar celălalt membru superior dat în spatele toracelui, cu umărul cât mai jos posibil.

Centrare: raza centrală intră la baza gâtului, perpendiculară pe casetă, la 1-2cm anterior de coloană.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.



Figura 44 a. Poziționare



Figura 44 b. Radiografie poziția înotătorului

4. Radiografia coloanei toracale

4.1. Radiografia coloanei toracice de profil (fig. 45 a, b, c)

Poziționare: pacientul în ortostatism, brațele ridicate, mâinile pe cap. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe stativ, intră pe linia axilară posterioară, în dreptul vârfurilor scapulare (T8).

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

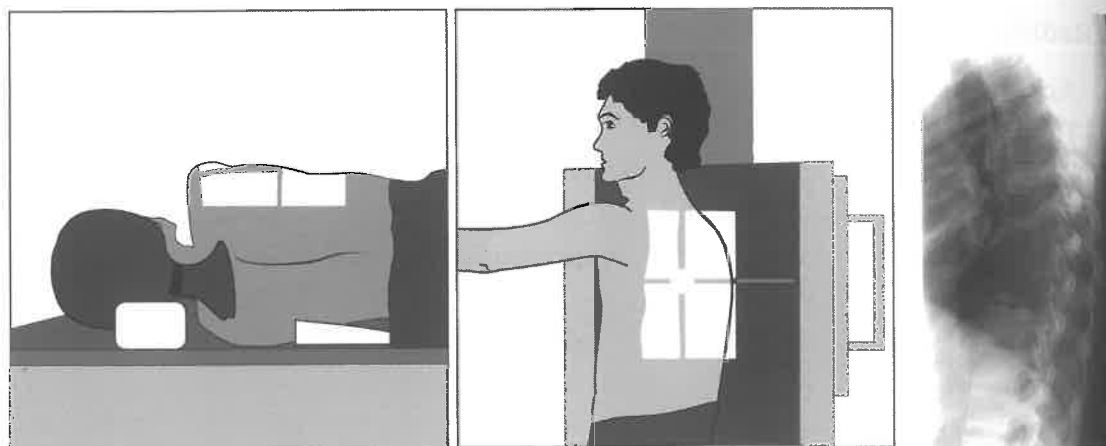


Figura 45 a, b. Poziționări – decubit, ortostatism

Figura 45 c. Radiografie coloană toracală profil

4.2. Radiografia coloanei toracice de față (fig. 46 a, b, c)

Poziționare: pacientul în ortostatism. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediană în dreptul apendicelui xifoid, perpendiculară pe stativ/masă. Atunci când exista o cifoză accentuată raza este înclinată cranio-caudal sau caudo-cranial cu 10-15° și se centrează la 2-3 cm sub sau deasupra apendicelui xifoid.

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

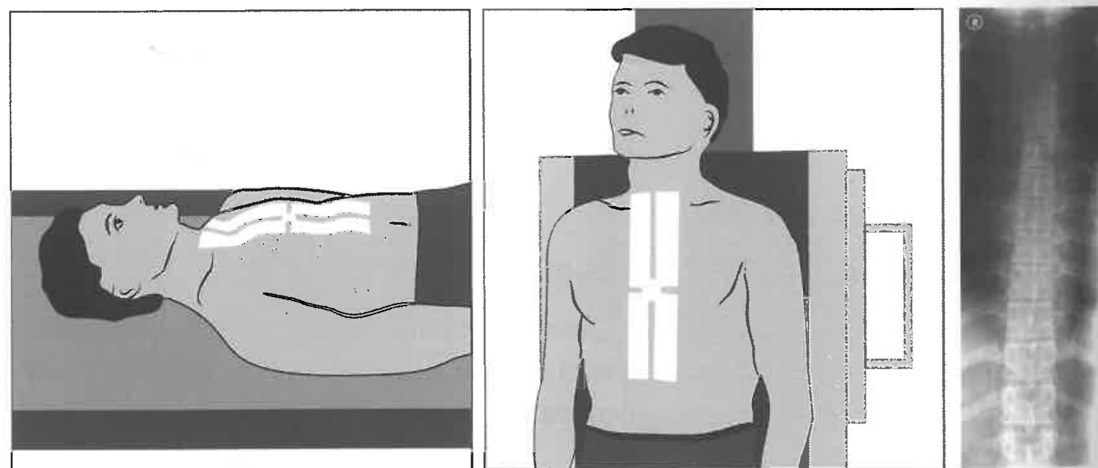


Figura 46 a, b. Poziționare – decubit, ortostatism

Figura 46 c. Radiografie coloană toracală față

5. Radiografia coloanei lombare

5.1. Radiografia coloanei lombare de profil (fig. 47 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu planul mediosagital paralel cu placa, cu brațele ridicate și mâinile pe cap. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit lateral pe masă.

Centrare: raza centrală intră la 5 cm deasupra crestei iliace și la un lat de palmă anterior de planul cel mai posterior al corpului. Pentru evidențierea regiunii lombare inferioare se centrează pe creasta iliacă.

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

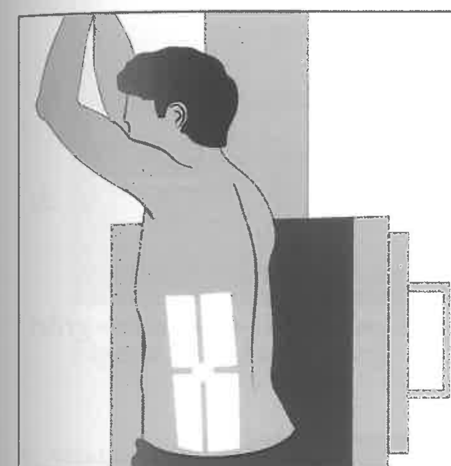


Figura 47 a. Poziționare



Figura 47 b. Radiografie coloană lombară profil

5.2. Radiografia coloanei lombare de față antero-posterior sau postero-anterior (figura 48 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism cu planul mediosagital perpendicular pe casetă. Dacă starea pacientului nu permite această poziție acesta poate fi așezat în decubit dorsal pe masă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la nivelul ombilicului sau pe apofiza spinoasă L4 pentru poziția postero-anterioară (neindicată).

Film 30/40 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

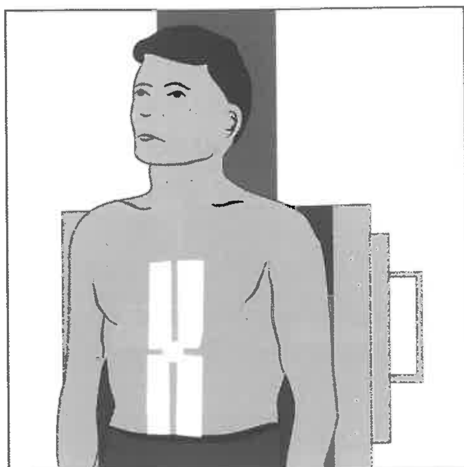


Figura 48 a. Poziționare



Figura 48 b. Radiografie coloană lombară față

6. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian

6.1. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de profil (fig. 49 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral și cu genunchii flectați.

Centrare: raza centrală intră la 2-3 cm deasupra pliului interfesier, la un lat de palmă anterior de planul posterior format de sacru.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

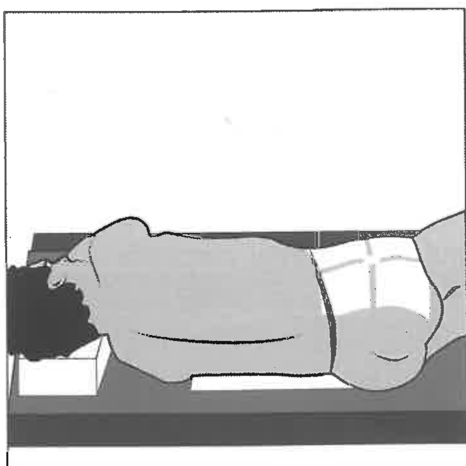


Figura 49 a. Poziționare



Figura 49 b. Radiografie sacro-coccigiană profil

6.2. Radiografia segmentului vertebral sacro-coccigian de față (fig. 50 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu genunchii flectați.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră cu 4-5 cm deasupra simfizei pubiene sau la nivelul simfizei în cazul în care sacrul este mult angulat posterior. În cazul centrării pe simfiză raza centrală este inclinată oblic ascendent.

Film 24/30 în lung.

Distanța focus film: minim 1,2 m, în raport de echipament și focalizarea grilei antidifuzoare.

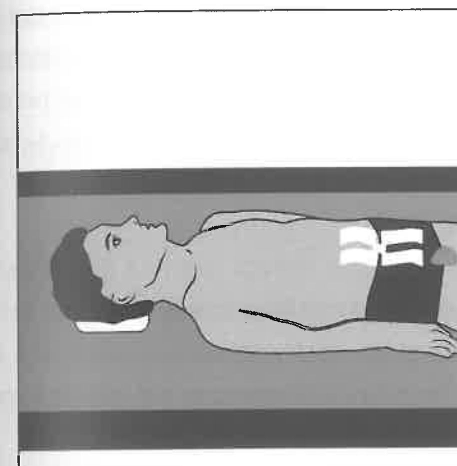


Figura 50 a. Poziționare



Figura 50 b. Radiografie sacro-coccigiană față

7. Mielografia

Este un examen radiologic care a fost abandonat odată cu apariția metodelor moderne care permit investigația coloanei vertebrale. Acest tip de examen consta în administrarea de substanță de contrast iodată la nivel intratecal, efectuarea unei basculări a pacientului pe masa de scopie și realizarea de radiografii la diferite grade de înclinare a corpului pentru a obține informații despre eventuale compresii de diverse naturi asupra rădăcinilor nervoase sau asupra cordonului medular.

XI.2.2. Examenul computertomografic (CT) al coloanei vertebrale

Examenul CT al coloanei vertebrale are în zilele noastre indicații limitate având în vedere existența explorării prin rezonanță magnetică.

Practic acest tip de examen se efectuează doar în condițiile unui traumatism grav, care necesită un timp de examinare scurt și care să poată da informații despre

eventualele traiecte de fractură şi alte modificări osoase. CT-ul se mai utilizează în condiţiile în care un pacient are contraindicaţii de IRM.

Poziţionare: pentru examinarea coloanei cervicale pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu capul în suportul special al aparatului astfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, fixarea capului se face cu ajutorul dispozitivelor din dotarea aparatului; pacientul trebuie să stea cu mâinile întinse pe lângă corp. Pentru examinarea coloanei toracale sau lombare pacientul este aşezat pe masă, cu capul în orice suport, astfel încât planul mediosagital al corpului să fie perpendicular pe masă, iar mâinile dacă este posibil sunt ridicate deasupra capului.

Centrare: laserul orizontal să treacă la jumătatea distanţei dintre menton şi furculiţa sternală pentru o examinare a coloanei cervicale, pe linia mediană în dreptul apendicelui xifoid pentru examinarea coloanei dorsale şi la nivelul ombilicului pentru coloana lombară; pentru examinarea regiunii sacro-coccigiene laserul intră cu 4-5cm deasupra simfizei pubiene sau la nivelul simfizei.

Topograma: se realizează o topogramă laterală.

Scanare: se face în funcţie de regiunea examinată, corect fiind ca achiziţia să se facă cu unghiuri de înclinare pentru fiecare cuplu de vertebre; iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziţia: se poate face secvenţial sau spiral, în plan axial

Ferestre de achiziţie: sunt cel puţin două, una pentru părţi moi şi una pentru os

Reconstrucţii: posibile în celelalte două planuri sagital şi coronal 2D, precum şi 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depind de regiunea examinată.

CT-ul poate realiza cu administrarea de substanţă de contrast la nivel intratecal mielografie, în care pot fi studiate rădăcinile nervoase postemergenţă.

XI.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică (IRM) a coloanei vertebrale

Explorarea IRM a coloanei vertebrale aduce informaţii amănunţite în ceea ce priveşte structurile anatomice, tipul de leziune, atât în ceea ce priveşte structurile osoase, cât şi discurile intervertebrale, cordonul medular şi sistemul ligamentar. Dezavantajul major îl constituie preţul de cost ridicat, precum şi timpul lung de achiziţie.

Poziţionare: pacientul, când este vorba de o examinare a coloanei cervicale, se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu gâtul în antena specială a aparatului astfel încât planul medio-sagital să fie perfect perpendicular pe suport, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigaţiei pacientul trebuie să

stea nemişcat. Când este vorba de coloana toracală sau lombară se utilizeaza antenele specifice, care diferă în funcţie de aparat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială.

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital şi coronal.

Scanare: se scanează un segment de coloană vertebrală, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziţia în plan sagital este paralelă cu linia mediosagitală a corpului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia mediosagitală a coloanei. Achiziţia în plan axial se face paralel cu fiecare cuplu de două vertebre, cu înclinarea aferentă.

Este obligatoriu ca achiziţia să cuprindă toate cele trei planuri, precum şi secvenţele de bază.

Reconstrucţii: posibile 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depind de regiunea examinată şi de patologia investigată.

IRM-ul poate realiza fără administrarea de substanţă de contrast mielografie, în care pot fi studiate rădăcinile nervoase postemergenţă, precum şi eventualele compresii asupra cordonului medular.

Capitol XII

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A TORACELUI

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XII.1. RADIOANATOMIA TORACELUI

Toracele conţine cutia toracică, care este alcătuită din scheletul toracic şi părţile moi parietale toracice, pulmonul, mediastinul, cordul care din punct de vedere topografic aparţine mediastinului şi diafragmul.

Scheletul toracic este format din următoarele oase: coloana vertebrală toracală, sternul, coastele, claviculele şi omoplaţii.

Părţile moi parietale toracice sunt formate din muşchi, glanda mamară şi ţesut grăsos subcutanat.

Pulmonul este alcătuit din căi aeriene, structuri pentru schimburile respiratorii, ţesut de susţinere.

Pulmonul drept are două scizuri (oblică şi orizontală) care îl impart în trei lobi: superior format din trei segmente, mediu cu două segmente şi lobul inferior format din cinci segmente.

Pulmonul stâng are o singură scizură (oblică) care îl împarte în doi lobi, cel superior format din patru segmente şi inferior alcătuit tot din patru segmente.

Mediastinul conţine structurile vasculare, căile respiratorii superioare, ganglioni, ţesut grăsos şi cordul.

Cordul este alcătuit din patru cavităţi, atriul stâng, atriul drept, ventriculul stâng şi ventriculul drept.

Diafragmul este o structură musculo-aponevrotică, care separă cavitatea toracică de cea abdominală, care radiografic apare ca o cupolă convexă înspre cranial şi care se racordează cu peretele toracic în unghi ascuţit lateral, este mobil cu mişcările respiratorii, iar hemidiafragmul drept este situat mai cranial decât cel stâng.

XII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A TORACELUI

XII.2.1. Explorarea radiologică convenţională

Pentru a se realiza o radiografie de bună calitate a toracelui trebuie ca bolnavul să fie dezbrăcat până la centură, să se îndepărteze orice obiect radioopac din aria de examinat, se face o inspecţie a toracelui (starea musculaturii, aspectul sânilor, prezenţa unor tumori, cicatrice) şi se utilizează iontomatul şi grila antidifuzoare.

1. Radiografia sternului

1.1. Radiografia sternului de faţă în incidenţa postero-anterioară cu raza centrală oblică (fig. 51)

<u>Poziţionare</u>: pacientul în decubit ventral, toracele perpendicular pe axul mesei, capul privind lateral, membrele superioare de-a lungul toracelui, iar sternul să fie plasat în mijlocul casetei.

<u>Centrare</u>: raza centrală înclinată 45° oblic dinafară înăuntru, intră la 8 cm la dreapta sau la stânga linie mediane la nivelul vertebrei T5 şi iese prin mijlocul sternului. Radiografia se efectuează în apnee.

<u>Film</u> 24/30 pe lung, cu marginea superioară la 2 cm deasupra manubriului sternal.

<u>Distanţa focar film</u> 1m.

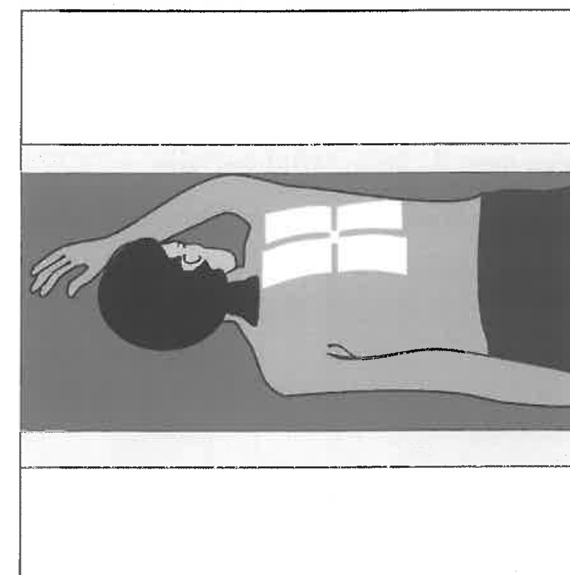


Figura 51. Poziţionare

1.2. Radiografia sternului de profil (fig. 52 a, b)

Poziționare: pacientul în ortostatism, planul mediosagital perfect paralel cu caseta, membrele superioare trase în spate.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, tangentă la marginea anterioară a sternului în dreptul treimii medii. Se expune în apnee.

Film 24/30 în lung cu marginea superioară situată la 3 cm deasupra manubriului sternal.

Distanța focar film 1-1,2 m.

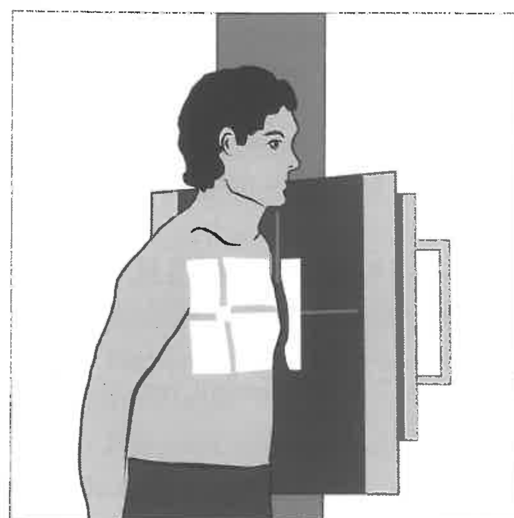


Figura 52 a. Poziționare



Figura 52 b. Radiografie stern profil

2. Radiografia de torace osos

2.1. Radiografia toracelui osos de față (grilaj costal)

Poziționare: pacient în ortostatism, cu toracele aplicat pe stativul aparatului, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă.

Bărbia se sprijină pe marginea superioară a stativului. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit dorsal, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la intersecția planului mediosagital cu linia ce unește unghiurile inferioare ale omoplaților.

În poziționarea în decubit raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5 m.

2.2. Radiografia toracelui osos de profil

Poziționare: pacient în ortostatism, planul sagital perfect paralel cu caseta, planul frontal perpendicular pe casetă.

Membrele superioare ridicate deasupra și în spatele capului cu mâinile încrucișate la ceafă, coatele împinse înainte, umerii împinși înapoi.

Centrare: raza centrală intră pe linia axilară medie, la nivelul vertebrelor T5-T6.

Film: 30/40 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește regiunea axilară cu 4 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5 m.

3. Explorarea radiologică a plămânilor, cordului și mediastinului

3.1. Radiografia pulmonară de față incidența postero-anterioară (fig. 53 a, b)

Poziționare: pacient în ortostatism, cu toracele aplicat pe stativul aparatului, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Bărbia se sprijină pe marginea superioară a stativului. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit dorsal, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la intersecția planului mediosagital cu linia ce unește ungiurile inferioare ale omoplaților.

În poziționarea în decubit raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund. În situația în care medicul radiolog cere se poate realiza radiografia și în apnee în expir.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

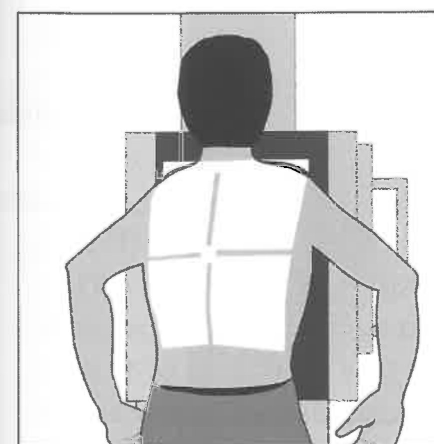


Figura 53 a. Poziționare



Figura 53 b. Radiografie toracică față

3.2. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară

Poziționare: *Variantă (la bolnavii care nu pot menține poziția de ortostatism)*: în șezut pe un scaun fără spătar, cu spatele lipit de stativ, planul frontal fiind perfect paralel cu caseta și planul mediosagital perpendicular pe casetă. Mâinile fixate pe șolduri, cu coatele împinse ventral.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul sternului.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8m.

3.3. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, în decubit dorsal (fig. 54)

Această incidență este rezervată exclusiv bolnavilor în stare gravă, care nu pot fi ridicați nici măcar în șezut.

Poziționare: pacient în decubit dorsal, cu planul frontal perfect paralel cu masa. Membrele superioare se ridică deasupra capului dacă starea pacientului o permite; de principiu brațele se lasă paralel cu toracele pentru a nu supune pacientul la o poziționare ce poate cauza stării lui generale.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală.

Expunerea se face în apnee, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.



Figura 54. Radiografie toracică în decubit dorsal

3.4. Radiografia pulmonară de profil (fig. 55 a, b)

Poziționare: pacient în ortostatism, planul sagital perfect paralel cu caseta, planul frontal perpendicular pe casetă. Membrele superioare ridicate deasupra și în spatele capului cu mâinile încrucișate la ceafă, coatele împinse înainte, umerii împinși înapoi.

Bolnavii în stare gravă se pot expune și în decubit lateral, caz în care membrele superioare se ridică deasupra capului.

Centrare: raza centrală intră pe linia axilară medie, la nivelul vertebrelor T5-T6.

Film: 30/40 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depașește regiunea axilară cu 4 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

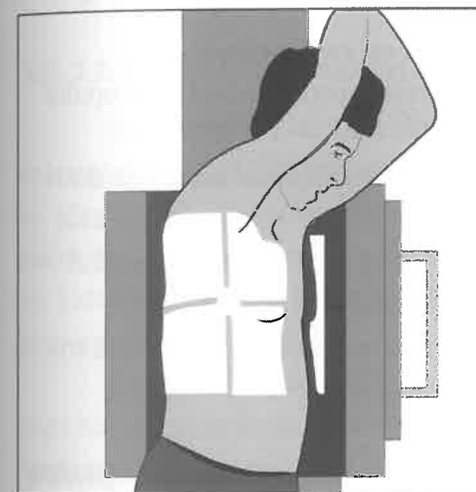


Figura 55 a. Poziționare



Figura 55 b. Radiografie toracică de profil

3.5. Radiografia pulmonară în incidențe oblice (fig. 56)

Poziția subiectului:

- OAD - umărul drept în contact cu stativul, cel stâng înapoi cu o rotație variabilă (30 grade)
- OAS - umărul stâng în contact cu stativul, cel drept înapoi cu o rotație variabilă (30°)
- OPD – umărul drept sprijnit pe stativ, dar cu spatele la acesta
- OPS – umărul stâng sprijnit pe stativ, dar cu spatele la acesta

Brațul apropiat de casetă se ridică deasupra capului.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depașește părțile moi cu 1-2 cm.

Expunerea se face în apnee, în inspir profund.

Distanța focar film: 1,5m.

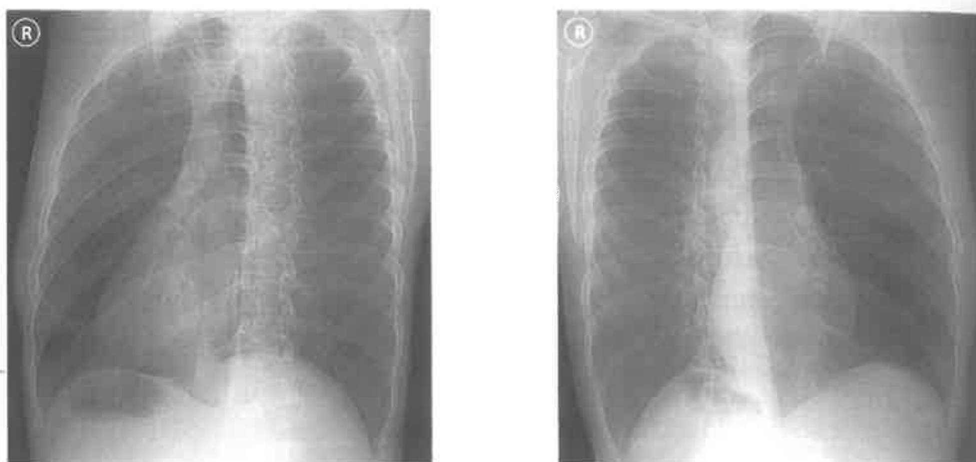


Figura 56. Radiografii pulmonare în incidențe oblice

3.6. Radiografia pulmonară de față în decubit lateral, cu rază orizontală

Poziționare: pacient în decubit lateral stâng, membrele superioare deasupra capului

Variante în funcție de starea pacientului:

- cu caseta în stativul vertical și pacientul pe targă mobilă lipit cu spatele de stativ
- cu caseta perpendiculară pe masa de radiologie, lipită de spatele bolnavului

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul sternului

Expunerea se face în apnee, în inspir profund, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea depășește cranial părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8 m.

3.7. Radiografia pulmonară de față incidența antero-posterioară, pentru vârfurile pulmonare (fig. 57 a, b)

Această incidență este rezervată exclusiv pacienților suspicionați de leziuni apicale pulmonare greu vizibile pe radiografia toracică de față în incidență standard. Este deci o procedură radiologică complementară și nu este indicată ca gerst diagnostic de primă intenție.

Poziționare: pacient așezat cu porțiunea superioară a spatelui sprijinită de stativ, astfel încât câmpurile superioare să fie sub un unghi de 20-30° față de planul stativului. Membrele superioare se ridică deasupra capului dacă starea pacientului o permite.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin regiunea mediosternală, la aproximativ ½ distanță între marginea superioară a manubrului și apendicele xifoid.

Expunerea se face în apnee, dacă pacientul este cooperant.

Film: 35/35 sau 35/43 pe lung, marginea superioară depășește părțile moi cu 1-2 cm.

Distanța focar film: 1,5-1,8m.

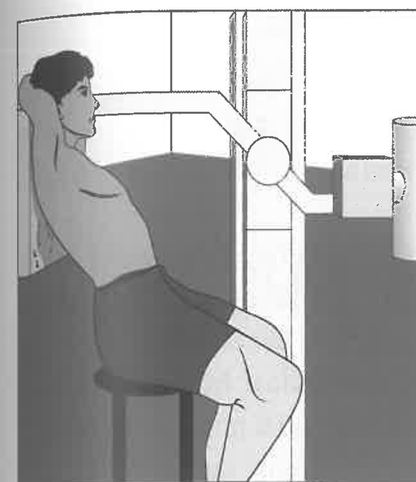


Figura 57 a. Poziționare



Figura 57 b. Radiografie vârfuri pulmonare

XII.2.2. Examenul computertomografic (CT) a toracelui

Examenul CT al toracelui are avantajul de a evidenția deodată toate structurile existente de la căi aeriene, plămâni, mediastin și cord într-o singură scanare. Pentru a se efectua un examen corect trebuie ținut cont de următoarele condiții: se montează perna pentru examinarea trunchiului, se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus, se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul toracelui și gâtului (coliere, percing-uri etc.).

Poziționare: pacientul se așează pe masă în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele. Se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa.

Centrare: laserul orizontal să treacă pe linia axilară posterioară, iar laserul vertical trece prin cartilajul tiroid (la aproximativ la 5cm cranial de furca sternală).

Topograma: se realizează o topogramă de față.

Scanare: se face fără înclinarea gantry-ului, de la nivelul furculiței sternale până la nivelul unghiurilor costofrenice laterale, cu secțiuni contigue; inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se efectuează folosind injectomatul.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial, în inspir profund.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru plămân și una pentru mediastin.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

Grosimea secțiunilor: depinde de patologia pacientului.

XII.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică (IRM) a toracelui

Explorarea IRM a toracelui aduce informaţii în ceea ce priveşte părţile moi, scheletul toracic, structurile mediastinale şi cordul. Explorarea plămânului nu face obiectul unui examen IRM. Dezavantajul major îl constituie preţul de cost ridicat, precum şi timpul lung de achiziţie.

Poziţionare: pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal asfel încât planul mediosagital să fie perfect perpendicular pe suport, utilizându-se antena body. Pe toată durata investigaţiei pacientul trebuie să stea nemişcat şi să respecte comenzile respiratorii. Se pot utiliza dispozitive care să permită scanarea doar în momentele de apnee sau în care cordul prezintă funcţie diastolică, cunoscute sub numele de trigger.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială, similar cu cea de la CT.

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital şi coronal.

Scanare: se scanează întreg toracele de la furculiţa sternală, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Achiziţia în plan sagital este paralelă cu linia mediosagitală a corpului, iar cea în plan coronal este perpendiculară pe linia mediosagitală a toracelui. Achiziţia în plan axial se face perpendicular pe planul mediosagital.

Este obligatoriu ca achiziţia să cuprindă toate cele trei planuri, precum şi secvenţele de bază.

Reconstrucţii: posibile 3D.

Grosimea secţiunilor: depinde de patologia investigată.

Capitol XIII

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI DIGESTIV

Ana Magdalena Bratu, A.P. Purcărea

XIII.1. RADIOANATOMIA APARATULUI DIGESTIV

Aparatul digestiv este compus din totalitatea organelor care îndeplinesc funcţia de digestie şi absorbţie a alimentelor, în alcătuirea sa intrând tubul digestiv şi organele anexe (ficat, căi biliare şi pancreas).

Pornind de la cavitatea bucală tractul digestiv cuprinde: faringele, esofagul, stomacul, intestinul subţire, intestinul gros şi anusul.

Deoarece cavitatea bucală şi faringele indeplinesc şi funcţia de căi respiratorii, conform Nominei Anatomice prin tract digestiv se înţelege doar esofagul, stomacul, intestinul subţire şi intestinul gros.

1.1. Noţiuni de anatomie radiologică a tubului digestiv

Toate organele tubului digestiv au o structură histologică comună fiind alcătuite din:

- seroasă
- musculară
- submucoasă
- mucoasă.

Organele intraperitoneale pot avea în locul seroasei învelişul peritoneal.

Mucoasa tubului digestiv este intens plicaturată, determinând pliuri a căror orientare este dată de structura ei şi funcţiile pe care le îndeplineşte.

Pliul are ca substrat morfologic orientarea fibrelor din tunica musculară.

Tunica musculară este alcătuită din două sau trei straturi de fibre dispuse longitudinal, oblic sau circular, în funcţie de tipul segmentului de tub digestiv. Submucoasa este sediul structurilor limfatice, vasculare şi nervoase.

Esofagul este un conduct musculomembranos ce realizează legătura între faringe şi stomac.

Are o lungime de aproximativ 25 cm, proiectându-se cu extremitatea superioară în dreptul cartilajului cricoid (vertebra C6) şi extremitatea inferioară la nivelul cardiei în dreptul vertebrei T11.

Pe traiectul său uşor oblic care străbate ultima porţiune a regiunii cervicale, mediastinul posterior, diafragmul şi regiunea imediat subdiafragmatică, esofagul descrie un număr de inflexiuni, atât în plan frontal cât şi sagital, intrând în raport direct cu o serie de viscere, care determină o serie de strâmtori la nivelul lui.

Aceste strâmtori sunt:

- strâmtoarea faringo-esofagiană – numită şi strâmtoarea cricoidiană, corespunde gurii esofagului (gura lui Killian);
- strâmtoarea (amprenta) aortică – proiectată aproximativ în dreptul corpului vertebral T4, determinată de raportul direct pe care faţa lateral stângă a esofagului îl are cu crosa aortei la acest nivel;
- strâmtoarea bronşică – situată imediat caudal de cea aortică, este determinată de raporturile bronhiei principale stângi cu esofagul
- strâmtoarea diafragmatică – proiectată cam în dreptul vertebrei T10, la cca. 2 cm lateral de linia mediană, reprezintă locul în care esofagul intră în raport direct cu hiatusul esofagian.

Anatomic esofagului i se descriu 4 porţiuni:

- cervicală, cuprinsă intre polul inferior al faringelui şi apertura toracică
- toracică, cuprinsă între apertura toracică şi diafragm
- diafragmatică, reprezentând porţiunea de esofag care străbate diafragmul
- abdominală, cuprinsă între diafragm şi stomac la nivelul cardiei.

Din punct de vedere radiologic se descriu doar 3 porţiuni, lipsind porţiunea diafragmatică care nu se poate evidenţia ca atare.

Stomacul, porţiunea cea mai dilatată a tubului digestiv este un organ intraperitoneal localizat în etajul supramezocolic al abdomenului, fiind acoperit în cea mai mare parte de ficat şi diafragm.

Ocupă cea mai mare parte a epigastrului şi hipocondrului stâng. Are o lungime de aproximativ 25 cm şi o capacitate de 1200-1500 ml.

La subiecţii normostenici, în ortostatism, stomacul are forma literei „J", cu o porţiune mai lungă verticală, situată la stânga liniei mediane şi o porţiune mai scurtă, orizontală.

Între porţiunea verticală şi cea orizontală se formează un unghi, numit unghiul gastric care este întotdeauna ascuţit.

Punctul cel mai cranial al stomacului se află imediat sub hemidiafragmul stâng, iar punctul cel mai caudal la aproximativ 3-4 cm deasupra crestei iliace.

Porţiunea verticală se subîmparte în fornix şi corpul gastric. Limita de separaţie intre aceste două părţi o constituie planul care trece prin cardie.

Porţiunea orizontală este cuprinsă între planul care trece prin unghiul gastric şi pilor. Ea se subîmparte în antrul prepiloric şi canalul piloric, urmat de pilorul propriu-zis.

Stomacului i se descriu clasic două feţe, una ventrală şi una dorsală şi două curburi: curbura mică şi curbura mare.

Pilorul este porţiunea terminală a stomacului. El este un canal strâmt, de aproximativ 1-3cm lungime şi un diametru de aproximativ 1cm; conţine sfincterul piloric, care circumscrie orificiul piloric. În mod normal el se proiectează în centrul bazei bulbului duodenal. Datorită mobilităţii segmentului, poziţia pilorului depinde de gradul de repleţie gastrică.

Intestinul subţire este porţiunea tubului digestiv cuprinsă între stomac şi intestinul gros.

Are o lungime medie de 5-6 m, cu un calibru de cca. 3-4 cm în porţiunea iniţială şi de 2-3cm la capătul distal. Este împărţit în trei segmente: duoden, jejun, ileon.

Duodenul este prima porţiune a intestinului subţire; duodenul este fix, fiind acoperit ventral de peritoneul parietal posterior.

Pe traiectul său, duodenul formează trei flexuri. El porneşte oblic ascendent dinspre ventral spre dorsal şi dinspre caudal spre cranial până în dreptul colului veziculei biliare unde formează genunchiul superior.

Această porţiune poartă numele de bulb duodenal sau duodenul I.

Bulbul duodenal are o formă triunghiulară cu baza spre pilor şi vârful spre genunchiul superior; este singura parte mobilă a duodenului şi i se descriu două curburi care continuă curburile gastrice astfel încât marginea superioară se numeşte curbura mică, iar marginea inferioară se numeşte curbura mare. Între cele două margini se delimitează două feţe una ventrală şi una dorsală.

Bulbul duodenal se continuă cu duodenul descendent sau DII, care are un traiect vertical dinspre cranial spre caudal şi care vine în contact direct cu regiunea cefalică pancreatică. În porţiunea sa cea mai caudală formează o altă flexură numită genunchi inferior, după care se continuă cu porţiunea orizontală a duodenului sau DIII.

Duodenul orizontal se continuă cu o parte ascendentă, ultima a duodenului sau DIV; aceasta se va continua cu jejunul la nivelul flexurii duodeno-jejunale cunoscută şi sub numele de unghi Treitz.

Jejunul şi ileonul sunt porţiunile mobile, intraperitoneale ale intestinului subţire, ce continuă duodenul.

Jejunul reprezintă 3/5 din intestinal subţire, iar restul de 2/5 este reprezentat de ileon. Ultima ansă ileală se deschide pe faţă medială a cecului prin valva ileocecală a lui Bauhin.

Intestinul gros constituie ultima porţiune a tubului digestiv. Are o lungime de aproximativ 1,6 m şi un calibru variabil, în funcţie de gradul de repleţie, tonicitate şi segment, având valori cuprinse între 3-3,5 cm la nivelul sigmoidului distal şi de 7 cm la nivelul colonului transvers.

Anatomic, intestinul gros se împarte în: cec, colon (ascendent, transvers, descendent, sigmoid) şi rect.

Colonul ascendent, transversul şi descendentul prezintă pe lungimea lor dilataţii numite haustre, delimitate de îngustări transversale, corespunzând plicilor semilunare ale colonului.

Între colonul ascendent şi cel transvers există o flexură numită unghi hepatic colonic, iar între colonul transvers şi cel descendent se formează flexura cunoscută ca unghi splenic colonic.

Ultima porţiune a intestinului gros, rectul, este organ extraperitoneal care vine în raport anterior cu vezica urinară la bărbat şi cu uterul la femeie.

Rectul străbate perineul şi se deschide la exterior prin anus. Are două porţiuni: ampula rectală şi canalul anal. Ampula rectală are aspect piriform.

1.2. Noţiuni de anatomie radiologică a glandelor anexe

a. Ficatul

Ficatul este cel mai voluminos viscer. Este un organ glandular cu funcţii multiple şi importante în cadrul economiei generale a organismului; ficatul este un organ metabolic deosebit de important.

El intervine în metabolismul intermediar al glucidelor, proteinelor şi lipidelor; detoxifică organismul, transformând unele substanţe toxice în compuşi nenocivi pe care îi elimină.

Ficatul este un organ foarte vascularizat; este cel mai greu viscer. Cântăreşte în medie la omul viu 1.200-1.500 g, este cu 500-700 g, uneori cu 900 g, mai greu din cauza sângelui pe care îl conţine.

Ficatul este un organ intraperitoneal, asimetric. Cea mai mare parte a lui (aproximativ trei pătrimi) se găseşte în jumătatea dreaptă a abdomenului şi numai restul (o pătrime) se găseşte în jumătatea stângă. El corespunde deci hipocondrului drept, epigastrului şi unei părţi din hipocondrul stâng.

Ficatului i se descriu doua feţe: **una inferioară**, viscerală şi alta **superioară**, diafragmatică. Feţele sunt separate în partea anterioară printr-o margine inferioară, totdeauna bine exprimată. În partea posterioară, cele două feţe se continuă una cu cealaltă.

La exterior ficatul apare format din doi lobi, unul drept şi unul stâng. Separaţia lor este indicată pe faţă diafragmatică a organului prin inserţia ligamentului falciform. Acest ligament este situat în planul medio-sagital al corpului, astfel încât lobul drept e mult mai voluminos decât lobul stâng.

Faţa viscerală. Pe această faţă se găseşte o regiune deosebit de importantă şi anume hilul hepatic.

Faţa este plană şi priveşte în jos, înapoi şi spre stânga. Se continuă cu porţiunea posterioară a feţei diafragmatice.

Faţa diafragmatică priveşte în sus şi înainte, de aceea se numeşte faţă superioară. Ea este acoperită pe cea mai mare întindere de peritoneu, cu excepţia porţiunii sale posterioare care aderă strâns la diafragm.

Această faţă diafragmatică este convexă şi se ascunde în cea mai mare parte sub cupola diafragmatică.

Suprafaţa superioară este delimitată de diafragm, de care este fixat prin ligamentele peritoneale.

Suprafaţa inferioară numită şi viscerală cuprinde **hilul hepatic** care este format din artera hepatică, vena portă şi calea biliară principală.

Vena portă (VP) este structura de referinţă, astfel că la dreapta şi anterior de ea se află canalul hepatic comun, iar la stânga artera hepatică; foseta veziculei biliare se află anterior de hil, iar vena cavă inferioară este în contact intim cu lobul caudat, situată posterior.

Ficatul are o împărţire în 2 lobi, lobul drept şi lobul stâng, şi 8 segmente, fiecare segment prezintă flux arterial şi venos, precum şi flux biliar.

Separaţia între lobul drept şi lobul stâng este realizată de un plan ce trece prin vena hepatică medie şi vena cava inferioară, care corespunde axului fosetei veziculare.

Lobul drept conţine patru segmente şi anume V, VI, VII şi VIII, lobul stâng conţine segmentele II, III şi IV, iar segmentul I este cunoscut sub numele de lob caudat.

b. Pancreasul

Este un organ de 70-100 g, situat în spaţiul pararenal anterior, posterior de peritoneul parietal posterior.

Pancreasul este un organ retroperitoneal şi median, situat transversal, oblic în sus şi la stânga care se proiectează între corpii vertebrali T12-L2.

El este alcătuit din mai multe porţiuni şi anume:

- cap, care are 7 cm înălţime şi 3 cm grosime; la polul său inferior se află procesul uncinat
- corp
- coadă, care se efilează progresiv în direcţia splinei, unde nu măsoară mai mult de 2 cm înălţime şi grosime
- istm, care reprezintă porţiunea care face legătura între cap şi corp.

Dimensiunile pancreasului variază în funcţie de vârstă, fiind mai mari sub 30 ani şi scad la bătrâni prin procesul fiziologic de atrofie.

Raporturile pancreasului

Capul pancreasului este înscris în cadrul duodenal, posterior de bulb, în contact cu duodenul descendent lateral şi porţiunea orizontală a duodenului în partea sa inferioară cu care se racolează de peritoneul parietal posterior pentru a forma fascia lui Treitz.

Trunchiul spleno-mezaraic este situat posterior de capul pancreasului şi anterior de vena cavă inferioară.

Raportul esenţial al regiunii cefalice pancreatice este reprezentat de coledoc, care descrie traiectul său terminal retro- şi intrapancreatic înainte de a se vărsa în ampula Vater, deasupra terminaţiei canalului Wirsung.

Istmul este identificat fiind situat anterior de vena mezenterică superioară.

Pancreasul stâng este conţinut în mezogastrul posterior, venind în raport cu rinichiul stâng şi glanda suprarenală stângă.

Coada pancreasului vine în raport cu hilul splinei; ea este posterior de porţiunea inferioară a corpului stomacului.

Corpul pancreasului vine în raport cu antrul gastric de care este separat prin bursa omentală.

XIII.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI DIGESTIV

XIII.2.1. Explorarea radiologică convenţională

În cazul explorării aparatului digestiv radiologic convenţional se utilizează două tipuri de examinări:

1. examenul radiografic fără substanţă de contrast
2. examen radiologic cu substanţă de contrast, care este de fapt o examinare fluoroscopică.

1. Examenul radiografic fără substanţă de contrast

Acesta reprezintă un examen de primă intenţie, care poate şi este utilizat în condiţii de urgenţă, dar care nu oferă prea multe informaţii.

În ceea ce priveşte organele parenchimatoase, respectiv cele două glande anexe ale tubului digestiv poate aprecia eventuale calcificări prezente pe aria de proiecţie a acestora.

Dacă ne referim la opacitatea hepatică pe aria lui de proiecţie se mai pot vizualiza eventuale hipertransparenţe sau nivele hidroaerice, ce traduc de obicei existenţa unei infecţii. Tot raportat la ficat, acesta fiind individualizat ca o opacitate se poate măsura cu aproximaţie diametrul lui cranio-caudal.

În ceea ce priveşte tubul digestiv singurele informaţii pe care le putem obţine de la această metodă sunt prezenţa sau nu a unei obstrucţii complete, ceea ce traduce o ocluzie intestinală şi prezenţa sau nu a aerului patologic la nivel peritoneal sau retroperitoneal, traducând o perforaţie de lumen digestiv, exprimată prin existenţa unui pneumoperitoneu sau a unui retropneumoperitoneu.

Acest tip de examinare poartă numele generic de **radiografie abdominală simplă sau pe gol.**

Examenul radiologic al abdomenului pe gol

1.1. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism (fig. 58 a, b) este poziţionarea standard şi oferă cele mai multe informaţii pe care le poate oferi o astfel de examinare.

Poziţionare: pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia mediană, la jumătatea distanţei dintre ombilic şi apendicele xifoid. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm pe lung

Distanţa focar-film: 1 m.

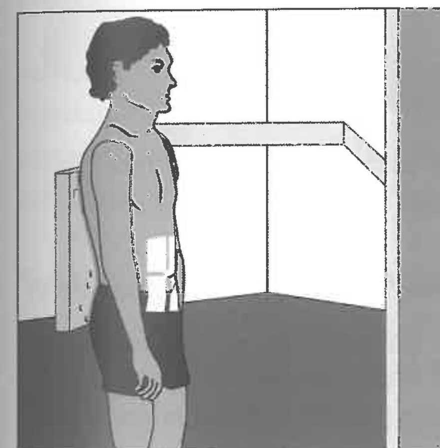


Figura 58 a. Poziţionare

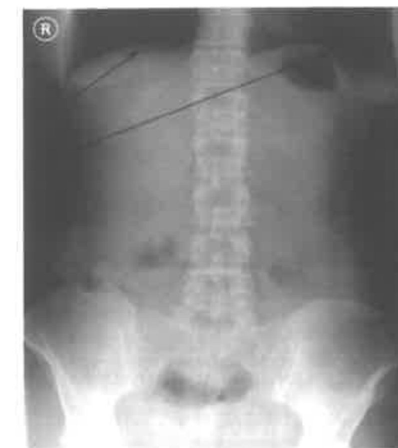


Figura 58 b. Radiografie abdominală pe gol în ortostatism. Cele două săgeţi indică diafragmele

1.2. Radiografia abdominală pe gol în decubit lateral, cu raza orizontală (fig. 59 a, b)

Poziţionare: pacientul în decubit lateral stâng pe targă, cu spatele lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia mediană, la jumătatea distanţei dintre ombilic şi apendicele xifoid. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm pe lat

Distanţa focar-film: 1 m.



Figura 59 a. Poziționare

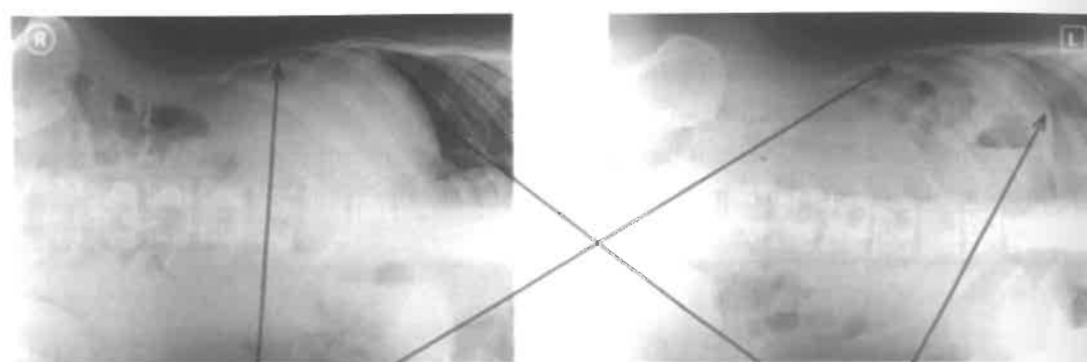


Figura 59 b. Radiografie abdominală în decubit lateral cu rază orizontală. Săgețile indică diafragmele

1.3. Radiografia abdominală pe gol în ortostatism de profil (este o incidență complementară).

Poziționare: pacientul în ortostatism, cu flancul drept lipit de stativul vertical

Centrare: pe linia axilară medie, pe marginea rebordului costal lateral. Raza centrală orizontală.

Încadrare: casetă 35/43 cm sau 30/40 cm pe lung

Distanța focar-film: 1m.

2. **Examen radiologic cu substanță de contrast**

Acest tip de examen radiologic este de elecție pentru studiul modificărilor de la nivelul tubului digestiv. Când ne referim la modificări de tub digestiv ne referim la modificări funcționale și morfologice care pot afecta oricare din segmentele tubului digestiv.

Prin modificări funcționale înțelegem una sau mai multe din următoarele:

- modificări de tonus
- modificări ale peristalticii

- modificări ale secreției
- modificări de tranzit
  - modificări de umplere
  - modificări de evacuare.

Prin modificări morfologice înțelegem una sau mai multe din următoarele tipuri de leziuni:

- modificări de poziție
- modificări de mobilitate
- modificări de dimensiune
- modificări de contur
- modificări de formă
- modificări ale reliefului de mucoasă

Aceste două mari grupe de tipuri de leziuni sunt în corelație directă unele cu celelalte, adică unele le determină pe celelalte și nu sunt decelate singure. Aceste modificări practic se pot întâlni la toate segmentele de tub digestiv.

Examenele radiologice cu substanță de contrast pentru tubul digestiv utilizează substanțe de contrast care fie se administrează per os, fie prin clismă, niciodată prin injectare intravasculară (vezi capitol substanțe de contrast). Acest tip de substanțe de contrast sunt, în funcție de tipul de contrast pe care-l realizează, pozitive (bariu, substanțe hidrosolubile), negative (aer) sau dublu contrast.

Tehnica explorării fluoroscopice

Pregătirea oricărui tip de explorare fluoroscopică impune următorii pași care trebuie realizați și anume:

- Se examinează documentele medicale ale pacientului și se ia o anamneză succintă pentru a determina tipul de substanță de contrast care va fi administrată.

- Se instruiește pacientul să urmeze îndrumările verbale ale medicului examinator.

- Se îndepărtează toate obiectele radioopace din aria de examinat.

- Dacă pacientul este de sex feminin și are vârsta cuprinsă între 12 și 50 de ani se face ancheta de sarcină.

2.1. Tehnica explorării fluoroscopice a faringelui

Examinarea se face cu masa basculantă în poziție verticală.

Pentru incidența de față pacientul se poziționează în ortostatism, cu spatele lipit de planul mesei, capul drept, privirea drept înainte și bărbia ușor ridicată.

Pentru incidenţa de profil pacientul se poziţionează în ortostatism, cu planul medio-sagital perfect paralel cu masa, cu capul drept şi privirea înainte. Pe toata durata examinării pacientul va ţine recipientul cu substanţă de contrast buvabilă în mâna stangă.

Iniţial se examinează fluoroscopic regiunea gâtului fără substanţă de contrast, atât de faţă cât şi de profil.

Apoi pacientul este instruit să umple gura cu substanţă de contrast şi să înghită doar la comanda medicului examinator.

Se examinează succesiv în incidenţă de faţă şi de profil. În ambele incidenţe se urmăreşte întregul ciclu al deglutiţiei. Efectuarea de incidenţe suplimentare oblice este la latitudinea medicului examinator.

Examinarea se încheie cu explorarea esofagului până la cardia, în ambele incidenţe.

Acest tip de examinare la momentul actual a devenit practic istorie, odată cu apariţia şi dezvoltarea tomografiei computerizate şi a imagisticii prin rezonanţă magnetică, care oferă informaţii net superioare unui examen radiologic cu substanţă de contrast privind modificările existente la nivelul structurilor faringiene, precum şi extensia lor.

2.2. Tehnica explorării fluoroscopice a esofagului

Examinarea se face cu masa basculantă în poziţie verticală.

Pentru incidenţa de faţă pacientul se poziţionează în ortostatism, cu spatele lipit de planul mesei, capul drept, privirea drept înainte, cu membrele superioare pe lângă corp.

Pentru incidenţa de profil pacientul se poziţionează în ortostatism, cu planul medio-sagital perfect paralel cu masa, cu capul drept şi privirea înainte, cu membrele superioare deasupra capului.

Examenul începe prin a se examina fluoroscopic mediastinul fara substanţă de contrast, atât de faţă cât şi de profil, pentru a decela eventuale leziuni ce contraindică administrarea de substanţă de contrast per os sau pentru a alege tipul de substanţă de contrast ce urmează a fi administrată.

Apoi pacientul este instruit să umple gura cu substanţă de contrast şi să înghită doar la comanda medicului examinator.

Se examinează succesiv în incidenţa de faţă şi de profil, urmărind progresia bolului de substanţă de contrast pe toata lungimea organului şi tranzitul prin cardia. Efectuarea de incidenţe suplimentare oblice este la latitudinea medicului examinator.

2.3. Tehnica explorării fluoroscopice a stomacului şi duodenului

Cantitatea minimă de substanţă de contrast necesară pentru acest tip de examinare este de 400 ml.

Examinarea se începe cu masa basculantă în poziţie verticală.

Se poziţionează pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de masă, cu membrele superioare pe lângă corp.

Se începe cu vizualizarea abdomenului pe gol pentru a decela eventuale modificări ce contraindică administrarea de substanţă de contrast per os sau pentru a alege tipul de substanţă de contrast ce urmează a fi administrată.

Apoi pacientul este instruit să bea o gură mare (40-50 ml) de substanţă de contrast (examinare în strat subţire). Se urmăreste progresia bolului de contrast în treimea distală a esofagului, tranzitul prin cardia, opacifierea stomacului şi tranzitul prin canalul piloric până la bulbul duodenal.

Când bolul de contrast a ajuns la nivelul bulbului duodenal se instruieşte pacientul să ridice membrele superioare deasupra capului şi să pivoteze (în ortostatism, lent, cu tot corpul) întăi în profil drept şi apoi în profil stâng. Este la latitudinea medicului examinator dacă utilizează şi incidenţe oblice.

După examinarea în ortostatism se culcă masa şi se examinează stomacul cel puţin în decubit dorsal, decubit lateral drept şi decubit ventral.

Apoi se ridică masa în poziţie verticală şi pacientul este instruit să bea întreaga cantitate de contrast ramasă (examinarea în repleţie completă). Se examinează din nou în ortostatism de faţă şi în profil drept şi stâng.

Se culcă din nou masa şi se examinează stomacul şi duodenul cel puţin în decubit dorsal, decubit lateral drept, decubit lateral stâng şi decubit ventral. Examinarea se va prelungi până când se opacifiează întregul duoden până la unghiul Treitz şi prima ansă jejunală.

În cazul în care se urmăreşte evidenţierea unui reflux gastro-esofagian se utilizează şi poziţia Trendelenburg.

Se expune cel puţin un film (35/35 sau 35/43 cm) care să cuprindă imaginea de ansamblu a stomacului şi duodenului şi (dacă este cazul) un film centrat pe leziunea descoperită, alegerea incidenţei fiind la latitudinea medicului examinator.

În cazul aparatelor digitale se achiziţionează câte o imagine instantanee în fiecare poziţie de examinare, atât în strat subţire, cât şi în repleţie şi cel puţin o imagine cu leziunea principală bine evidenţiată.

2.4. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului subţire

Cantitatea minimă de substanţă de contrast necesară pentru acest tip de investigaţie este de 700 ml.

Examinarea se începe cu masa basculantă în poziție verticală.

Se poziționează pacientul în ortostatism, cu spatele lipit de masă, cu membrele superioare pe lânga corp.

Se începe cu vizualizarea abdomenului pe gol, din aceleați motive ca și la precedentele examinări.

Apoi pacientul este instruit să bea întreaga cantitate de substanță de contrast într-un timp cât mai scurt. Se urmărește în ortostatism pasajul bolului de contrast de la pilor până la unghiul Treitz, apoi se culcă masa și se urmărește pasajul intestinal până la valvula ileo-cecală, utilizând succesiv decubitul dorsal, lateral, ventral și orice incidențe oblice necesare pentru a vedea traiectul și morfologia tuturor anselor.

Având în vedere marile variații anatomice și fiziologice ale acestui segment digestiv, poziționarea dinamică a bolnavului nu poate fi standardizată, ci este la latitudinea medicului examinator.

2.5. Tehnica explorării fluoroscopice a intestinului gros (irigografie)

Cantitatea minimă de substanță de contrast necesară pentru acest tip de investigație este de 1 litru.

Examinarea se face exclusiv cu masa basculantă în poziție orizontală.

Se poziționează pacientul în decubit lateral, se introduce canula anală, apoi se întoarce pacientul în decubit dorsal și se verifică pe gol poziția canulei (canula trebuie să fie cu axul lung în planul medio-sagital al pacientului, iar vârful canulei trebuie să se proiecteze pe osul sacrum la același nivel cu simfiza pubiană). Dacă poziționarea canulei nu este corectă se ajustează înainte de introducerea substanței de contrast.

Introducerea substanței de contrast se face gradual, folosind numai curgerea gravitațională (pomparea activă este permisă exclusiv cu aparatură specializată).

Se răsucește bolnavul în diverse poziții de decubit pentru a vizualiza progresiv și pe toată circumferința toate segmentele intestinului gros până la valvula ileo-cecală.

Examinarea în repleție se încheie numai după ce substanța de contrast a ajuns în ultima ansă ileală.

După examinarea în repleție pacientul este îndrumat la toaletă să evacueze bariul, apoi revine pentru examinarea în dublu contrast. Aceasta se face fie cu 1-2l de apă introdusă pe canula anală folosind o tehnică similară cu cea utilizată la introducerea bariului, fie prin insuflare de aer (care necesită obligatoriu un dispozitiv de pompare specializat).

După umplerea intestinului gros cu aer/apă până la nivelul cecului inclusiv, se examinează peretele intestinal pe toata lungimea organului (de la rect până la cec), folosind toate tipurile necesare de decubit.

XIII.2.2. Examenul computertomografic (CT) a aparatului digestiv

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, lateral sau ventral în funcție de afecțiunea urmărită.

1. CT abdomen în decubit dorsal:

Pentru a efectua un astfel de examen trebuie obligatoriu efectuați următorii pași:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus și se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă, în decubit dorsal cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilară medie, iar laserul vertical prin mijlocul sternului (pe linia bimamelonară)
- în cazul administrării de sc iv, injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului
- înainte de a se poziționa pacientul, i se administrează acestuia fie apă, fie substanță de contrast hidrosolubilă diluată pentru a se opacifia tubul digestiv, în funcție de patologia acestuia, într-o cantitate de 500-1000ml.

2. CT abdomen în decubit ventral:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus și se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit ventral, cu mâinile deasupra capului și picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei și planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilara medie, iar laserul vertical pe linia ce unește vârfurile scapulelor
- în cazul administrării de s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului

3. CT abdomen în decubit lateral:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul (la piele) de la brâu în sus şi se coboară linia chilotului până la nivelul simfizei pubiene
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit lateral (stâng sau drept, la indicaţia medicului examinator), cu o mână sub cap şi cealaltă întinsă deasupra capului şi cu picioarele în semiflexie pentru a oferi pacientului cea mai stabilă şi comodă poziţie fără a bloca culisarea mesei în gantry
- linia axilară medie va fi aliniată cu axul mesei şi planul mediosagital perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin planul mediosagital (mediosternal) al bolnavului, iar laserul vertical să fie la nivelul mamelonului
- în cazul administrării de s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului.

Topograma: se realizează o topogramă frontală, eventual şi una laterală.

Scanare: de la nivelul domului hepatic până la nivelul crestelor iliace, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se efectuează folosind injectomatul.

Pacientul trebuie să stea nemişcat şi să respecte comenzile respiratorii.

Achiziţia: se poate face secvenţial sau spiral, în plan axial, de preferat este achiziţia în mod spiral.

Ferestre de achiziţie: cel puţin una pentru organele parenchimatoase.

Reconstrucţii: posibile în celelalte două planuri sagital şi coronal 2D, precum şi 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depinde de pacient şi de patologia acestuia.

XIII. 2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică (IRM) a aparatului digestiv

Explorarea IRM a structurilor aparatului digestiv aduce informaţii amănunţite în ceea ce priveşte structurile anatomice, tipul de leziune, dar informaţiile sunt superpozabile examenului CT. Dezavantajul major în constituie preţul de cost ridicat, precum şi timpul lung de achiziţie.

Poziţionare: pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu abdomenul poziţionat în antena tip body, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigaţiei pacientul trebuie să stea nemişcat şi să respecte comenzile respiratorii.

Centrare: se face la nivelul indicat de antenă

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital şi coronal.

Scanare: a abdomenului, de la nivelul domului hepatic până la nivelul crestelor iliace, iniţial se face o achiziţie nativă, urmată la indicaţia medicului radiolog de administrare de substanţă de contrast. Administrarea de substanţă de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziţia să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital şi coronal), precum şi secvenţele de bază.

Reconstrucţii: posibile 3D.

FOV-ul şi grosimea secţiunilor: depinde de pacient şi de patologia acestuia.

Capitol XIV

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A APARATULUI UROGENITAL

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XIV.1. NOŢIUNI DE RADIOANATOMIE APARAT UROGENITAL

Aparatul urogenital este format din aparatul reno-urinar şi aparatul genital, care diferă în funcţie de sexul pacientului.

1. Aparatul reno-urinar la rândul lui este alcătuit din cei doi rinichi şi căile urinare, care sunt intrarenale şi extrarenale.

Rinichii sunt organe pereche localizaţi la nivelul retroperitoneului. Ei sunt înveliţi de fascia perirenală care:

- are două foiţe una anterioară şi alta posterioară
- aceste două foiţe fuzionează lateral delimitând loja renală sau spaţiul perirenal
- spaţiul perirenal se găseşte între capsula renală şi fascia perirenală
- spaţiul perirenal conţine:
  - rinichii
  - glandele suprarenale
  - pediculul renal
  - bazinetul
  - porţiunea înaltă a ureterelor
- integritatea fasciei perirenale limitează extensia la nivel renal a proceselor patologice de vecinătate.

Spaţiul perirenal:
- este închis cranial şi lateral
- medial este delimitat de aortă şi vena cavă inferioară şi nu există comunicare între porţiunea dreaptă şi cea stângă.

La exteriorul spaţiului perirenal se găseşte spaţiul pararenal, anterior şi posterior.

Spaţiul pararenal anterior:
- este delimitat posterior de fascia perirenală
- comunică în porţiunea caudală cu spaţiul pararenal posterior ceea ce permite extensia proceselor patologice dinspre anterior spre posterior.

Rinichii au forma unei boabe de fasole şi o orientare oblică în cele trei planuri şi anume:
- dinspre cranial spre caudal
- dinspre medial spre lateral
- dinspre anterior spre posterior

Dimensiunile normale ale rinichilor sunt, în cele trei dimensiuni, următoarele:
  - longitudinal: 8-12 cm
  - transversal: 6-7 cm
  - antero-posterior: 3-4 cm

În mod normal rinichii sunt situaţi între vertebrele T12 – L3, cu variaţii, iar rinichiul stâng este situat mai cranial decât cel drept.

Cranial de rinichi se află glandele suprarenale, posterior de ei pilierii diafragmatici şi muşchiul pătrat lombar, anterior de rinichi se află la dreapta ficatul şi la stânga splina, iar medial de rinichi sunt muşchii psoaşi.

Căile urinare, numite şi sistem excretor cuprind:
- sistemul pielocaliceal, format din:
  - calice
  - bazinet
- uretere
- vezică urinară
- uretră

Sistemul excretor radiologic se pune în evidenţă doar după administrarea de substanţă de contrast intravenous.

Sistemul pielocaliceal este alcătuit dinspre periferie spre hil din:
- cupe caliceale
  - tije caliceale minore
  - tije caliceale majore
    - în număr de trei
    - converg către bazinet
- bazinet cunoscut şi sub numele de pielon

Ureterele în mod normal se evidenţiază doar pe segmente, datorită peristalticii, având aspect fuziform şi se descriu 3 porţiuni:

1) lombară:
- de la joncţiunea pielo-ureterală până la aripa iliacă
- traiect aproape paralel cu coloana
- situat anterior de muşchiul psoas

2) iliacă:
- suprapus peste oasele iliace
- traiect uşor lateralizat

3) pelvină:
- se termină pe faţa posterioară a vezicii urinare
- are traiect medial

Vezica urinară (VU) se proiectează suprapubian, are o formă variabilă în funcţie de gradul de umplere, volumul ei maxim normal este de 500 ml şi în mod normal nu are reziduu postmicţional.

Cele mai importante raporturi ale vezicii urinare sunt cu:
- uterul, care este situat posterior faţă de VU
- anexele, care sunt situate postero-lateral faţă de VU
- prostata şi veziculele seminale sunt situate caudal de VU.

Uretra diferă în funcţie de sex, fiind diferită la femei faţă de bărbaţi.

1. Uretra feminină este scurtă, de doar 3-4cm, ea este situată anterior şi superior de vagin şi cel mai frecvent se explorează prin clişeu micţional care este un timp tardiv al urografiei intravenoase (UIV).

2. Uretra masculină este mai lungă şi are 2 porţiuni şi anume:
- posterioară – uretra prostatică şi membranoasă
- anterioară – uretra bulbară şi peniană

2. Aparatul genital feminin este alcătuit din organe genitale externe, vagin, uter şi anexe uterine, care cuprind ovarele, trompele uterine şi ligamentele uterine.

Vaginul este un organ cavitar care se întinde de la colul uterin la vulvă. Lungimea sa este variabilă între 7 şi 9 cm. Canalul vaginal este turtit antero-posterior, încât i se pot distinge un perete anterior ce vine în raport cu vezica urinară şi cu urtetra şi un perete posterior, ce vine în raport cu rectul şi fundul de sac peritoneal, Douglas.

Limita extremităţii inferioare a vaginului este formată de membrana himenală care se rupe la primul contact sexual. Prin extremitatea superioară, vaginul se inseră pe colul uterin, înconjurând porţiunea vaginală a colului.

Uterul este un organ musculos, cavitar, nepereche, aşezat în mijlocul bazinului mic, între vezică şi rect. Are rolul de a primi în cavitatea sa ovulul fecundat, să-l protejeze, să-l hrănească în timpul dezvoltării sale şi să-l elimine la exterior când a ajuns la maturitate.

Uterul are formă de pară, extremitatea superioară care este mai lată, din care pleacă trompele uterine se numeşte corp uterin, iar cealaltă extremitate, inferioară, mai strâmtă se numeşte col uterin (cervix). Între corp şi col se află o porţiune numită istm.

Uterul este turtit antero-posterior şi prezintă prin urmare două feţe, una anterioară care vine în raport cu vezica urinară şi este separată de aceasta prin fundul de sac vezico-uterin şi una posterioară, care vine în raport cu rectul de care o separă fundul de sac recto-uterin. Are de asemenea două margini laterale, una dreaptă şi cealaltă stângă.

Dimensiunile uterului la femeia care nu a născut (nulipară) sunt de 18 cm lungime, 4 cm lăţime şi 2-2,5 cm grosime; la multipare, uterul are 8-9 cm lungime, 5-6 cm lăţime şi 3 cm grosime.

Ovarele sunt glande pereche, cu dublă funcţie excretorie. Ele determină caracterele sexuale principale şi secundare ale femeii şi au rol deosebit în construcţia endocrină a acesteia. Sunt situate în interiorul abdomenului, în cavitatea pelvină, de o parte şi de alta a uterului. Ele sunt fixate pe organele vecine prin ligamente toate acoperite de peritoneu.

Congenital, ovarele se dezvoltă în regiunea lombară şi coboară în bazin. Ele pot să nu coboare, sau pot coborî mai mult ajungând în canalul inghinal sau labiile mari, determinând o poziţie ectopică.

Au formă ovoidă, cu lungime de 3-5 cm, lăţime 3 cm, grosime 1-2 cm, greutate de 6-8 g, volumul lor variază cu vârsta (pubertate, adolescenţă, senescenţă) şi cu starea fiziologică (preovulaţie, ovulaţie, sarcină).

Trompele uterine sunt în număr de două, una dreaptă şi una stângă, situate de o parte şi de alta a uterului. Au formă de trompetă şi reprezintă conductul situat între uter şi ovar, fiecare dintre ele având o lungime de 10-12 cm.

3. Aparatul genital masculin este alcătuit din organe genitale externe reprezentate de penis, testicol, scrot, organe genitale interne, reprezentate de epididim, căi spermatice, funicul spermatic, uretra şi glande anexe adică vezicule seminale, glande bulbo-uretrale şi prostata.

Penisul prezintă o porţiune perineală, rădăcina penisului şi o porţiune liberă, corpul penisului, care se termină cu o parte mai voluminoasă, numită gland. Penisul are o formă cilindrică ce are o faţă superioară, torsum penis şi una inferioară, uretrală.

Penisul este aşadar format din aparat erectil şi învelişuri. Penisul de asemenea are corpi cavernoşi, corpul spongios al uretrei şi învelişurile penisului, formate din piele.

Scrotul reprezintă tot un organ genital masculin extern care are forma unui săculeţ şi în care sunt localizate testiculele. Aşadar, scrotul este situat sub penis şi este de asemenea puternic vascularizat. Funcţia scrotului este aceea de a proteja testiculele, astfel încât pielea scrotului este groasă şi însoţită de un strat muscular.

Testiculele sunt organe importante pentru fiziologia aparatului genital masculin. Testiculele sunt localizate în scrot, fiind situate în bursele scrotale şi au o formă ovoidă, de dimensiunile unor nuci, cu 5 cm lungime şi 3 cm lăţime, şi o greutate medie de 30 grame. Testiculul este un organ pereche, având funcţie de spermatogeneză şi funcţie endocrină, aceea de secretare a hormonului androgin, testosteronul. Testiculele sunt organe deosebit de importante pentru copulaţie şi pentru reproducere.

Epididimul este de fapt un organ alungit, alcătuit din unirea canalelor aferente ale testiculului. Acest canal are rolul de a produce lichidul spermatic şi de asemenea de a maturiza spermatozoizii. Canalele spermatice sunt de fapt conducte de eliminare a spermiilor şi lichidului spermatic, şi pot fi intratesticulare sau extratesticulare. Canalul deferent continuă canalul epedidimar şi are o lungime de 5 cm, pleacă de la coada epididimului, terminându-se la baza prostatei, prin porţiunea ampulară (mai dilatată), care se uneşte cu ductul excretor, al veziculei seminale, formându-se ductul ejaculator care străbate prostata şi se deschide în uretra prostatică, la nivelul coliculului seminal.

Uretra este unul din cele mai importante canale, fiind de fapt conducta prin care se elimină lichidul spermatic în ejaculare. Uretra porneşte de la vezică, străbate prostata şi se termină în orificiul extern.

Veziculele seminale au rolul de a participa prin lichidul lor de secreţie la formarea lichidului seminal.

Ele sunt organe pereche, localizate anterior şi cranial de prostată. Anterior de ele se află porţiunea fundică a vezicii urinare, posterior este rectul, medial sunt localizate ampulele canalelor deferente.

Au o formă conică cu baza către cranial şi vârful spre caudal. Prezintă o lungime de 5 cm şi o grosime de 5 mm.

Prostata are o funcţie exocrină şi este un organ glandular fiind situat în jurul porţiunii iniţiale ale uretrei, produsul de secreţie participând la formarea spermei.

Prostata este localizată în cavitatea pelviană, cuprinsă între vezica urinară (cranial), rect (posterior), perineu (caudal) şi simfiza pubiană (anterior).

Uretra străbate prostata în mod vertical, iar cele două canale ejaculatoare o străbat oblic, deschizându-se în uretra prostatică.

Prostata are forma unui con turtit, cu vârful îndreptat în jos şi înainte, având o bază, un vârf, o faţă anterioară şi o faţă superioară.

XIV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A APARATULUI UROGENITAL

XIV.2.1. Explorarea radiologică convenţională

În radiologia convenţională explorarea aparatului urogenital este împărţită în metode de explorare a aparatului urinar, care indirect, prin poziţia anatomică, dau informaţii şi despre o parte a componentelor aparatului genital, atât la femei, cât şi la bărbaţi şi metode de explorare a aparatului genital feminin, respectiv histerosalpingografia.

1. Examenul radiologic al aparatului urinar

Această examinare începe întotdeauna cu radiografia reno-vezicală simplă, urmată sau nu de urografia intravenoasă, cu timpii ei.

Timpul tardiv al urografiei intravenoase este timpul cistografic, urmat de cel micţional care are rolul de a evidenţia uretra, indiferent de sexul pacientului.

Examinarea vezicii urinare, care poartă numele de cistografie poate fi efectuată şi singular, înafara urografiei intravenoase, la fel se poate întâmpla şi cu explorarea uretrei.

1.1. Radiografia reno-vezicală simplă (RRVS) (fig. 60 a, b)

Acest tip de radiografie are rolul de a evidenţia în principal existenţa eventualilor calculi radioopaci pe aria de proiecţie a aparatului reno-urinar, precum şi existenţa eventuală a altor calcificări adiacente aparatului reno-urinar. De asemenea se mai pot evidenţia umbrele renale şi se pot suprapune calculii de la nivelul colecistului pe aria de proiecţie a rinichiului drept.

Poziţionare: pacientul în decubit dorsal, cu membrele superioare pe lângă corp.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediană, la nivelul ombilicului.

Expunerea se face în apnee, după expiraţie.

Film: 30/40 sau 35/43 cm pe lung.

Distanţa focar-film: 1 m.

Incidenţa de profil: se face similar cu radiografia de profil a coloanei vertebrale lombare şi are rolul de a departaja calculii radioopaci de la nivelul colecistului de cei de la nivelul rinichiului drept.

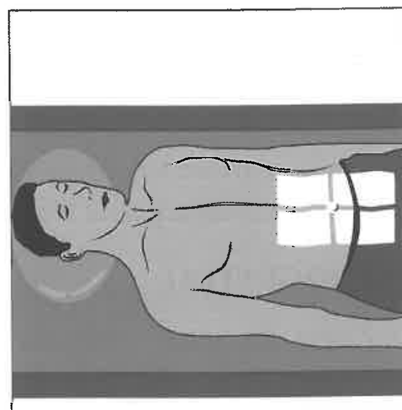


Figura 60 a. Poziționare

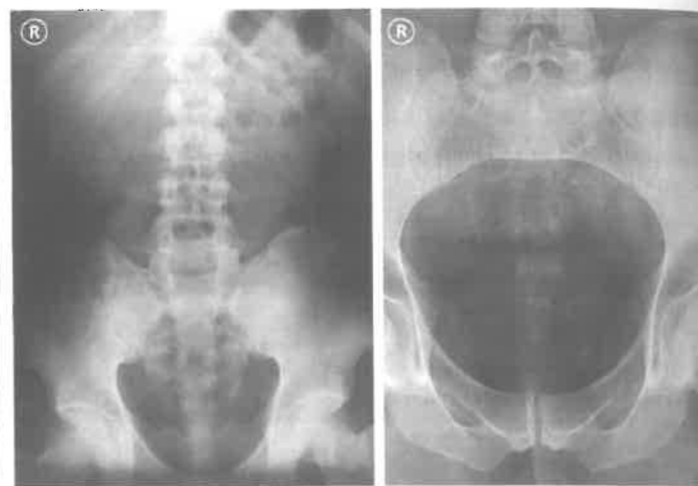


Figura 60 b. RRVS și radiografia VU pe gol

1.2. Urografia intravenoasă (UIV) (fig. 61)

Este o metodă radiologică care urmează RRVS-ului. Această metodă impune injectarea de substanță de contrast iodată, hidrosolubilă pacientului intravenos. Cantitatea de substanță de contrast care se injectează depinde de greutatea pacientului, fiind de 1-1,5 ml/Kgcorp, cu aceleași precauții cu cele generale (vezi capitol substanțe de contrast).

Pentru a fi corect efectuată urografia intravenoasă are o serie de timpi, care de principiu sunt aleși de medicul radiolog. Aceștia sunt în mare timpul nefrografic, ce reprezintă funcția secretorie a rinichilor, considerat ca fiind efectuat la maxim 3-5 min de la injectarea substanței de contrast, urmat de timpii urografici, care depind de afecțiunile pacientului și de funcția excretorie a rinichiului. La finalul urografiei intravenoase se efectuează un clișeu cu vezica plină (cistografic), urmat sau nu de unul micțional, după care se mai efectuează un clișeu postmicțional la nivelul vezicii urinare. Acesta din urmă se efectuează după ce pacientul a urinat complet, pentru a se stabili dacă în vezica urinară postmicțional rămâne sau nu reziduu.



Figura 61. Secvență urografică

Secvențele urografice în decubit dorsal:

Se expun în aceeași poziție, cu aceeași centrare, pe același tip de film și cu aceeași distanță focus-film ca și RRVS.

Secvențele urografice în decubit ventral:

Poziționare: pacientul în decubit ventral, cu membrele superioare pe lângă corp.

Centrare: raza centrală intră pe linia mediana, la nivelul apofizei spinoase L4.

Film: 30/40 sau 35/43 cm pe lung.

Distanța focar-film: 1 m.

1.3. Cistografia în incidență antero-posterioară (fig. 62 a,b,c)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie, călcâiele distanțate la 10 cm, planul frontal paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe masă intră la intersecția liniei care unește spinele iliace antero-superioare cu linia mediană.

Film 24/30 pe lat.

Distanța focar-film: 1 m.

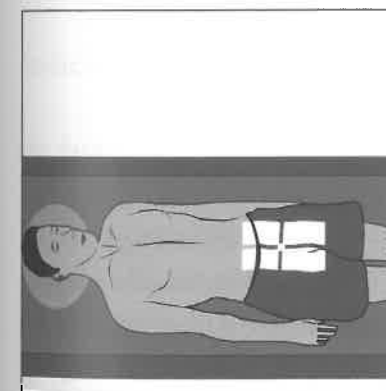


Figura 62 a. Poziționare



Figura 62 b. Vezică plină



Figura 62 c. Postmicțională

1.4. Cistografia în incidență oblică:

Poziționare: pacientul în semidecubit dorsal, cu un membru inferior cu coapsa în abducție, semiflexie și rotație externă și gamba în flexie la 90° astfel încât fața plantară a piciorului să privească genunchiul contralateral. Membrul inferior contralateral în extensie și ușoară rotație externă. Pacientul va ridica șoldul opus până când membrul în abducție și flexie este lipit de masă.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre spina iliacă antero-superioară și simfiza pubiană de partea șoldului ridicat.

Film: 24/30 cm pe lat.
Distanța focar-film: 1 m.

1.5. Cistografia în incidență de profil:

Poziționare: pacientul în decubit lateral, cu planul mediosagital perfect paralel cu masa.

Centrare: raza centrală intră la jumătatea distanței dintre creasta iliacă și marele trohanter, pe linia marelui trohanter.

Film: 24/30 cm pe lat.
Distanța focar-film: 1 m.

1.6. Uretrografia micțională la bărbat:

Poziționare: pacientul în semidecubit dorsal, cu un membru inferior cu coapsa în abducție, semiflexie și rotație externă și gamba în flexie la 90° astfel încât fața plantară a piciorului să privească genunchiul contralateral. Membrul inferior contralateral în extensie. Pacientul va ridica șoldul opus până când membrul în abducție și flexie este lipit de masă. Penisul paralel cu coapsa membrului în abducție, fixat în vasul de colectare a urinii (care trebuie să fie radiotransparent). În cazul fixării manuale, falangele să nu se suprapună pe uretra peniană.

Centrare: raza centrală intră prin simfiza pubiană.

Film: 24/30 cm pe lat.
Distanța focar-film: 1 m.

1.7. Uretrografia micțională la femeie:

Poziționare: pacienta în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie și abducție 15°, planul frontal paralel cu caseta. Vasul colector al urinii trebuie să fie plat, radiotransparent și fixat sub fesele pacientei.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe masă intră la 2-3 cm deasupra simfizei pubiene.

Film 24/30 pe lat.
Distanța focar-film: 1 m

2. Urografia intravenoasă (UIV)

2.1. Contraindicații absolute: insuficiența renală, insuficiența cardiacă, insuficiența hepatică, intoleranța la substanțe de contrast iodate. De fapt sunt contraindicațiile administrării substanțelor de contrast iodate, la modul general.

2.2. Pregătirea bolnavului pentru examenul urografic:

- Pacientul trebuie să evite timp de 3 zile înainte de UIV legumele, fructele, băuturile gazoaze. Se poate face și o clismă evacuatorie cu 30 minute-1 oră înaintea începerii examenului UIV.
- Se suprimă orice medicament radioopac cu 3-4 zile înainte de examen (bismult, iod, carbamați).
- Nu se va face examen baritat cu cel puțin 4-5 zile înaintea UIV.
- Cu 24 ore înainte de urografie bolnavul va ingera cât mai puține lichide.

2.3. Rolul asistentului în efectuarea examenului urografic:

1) Se face interviul pacientului referitor la eventuale alergii medicamentoase, la iod sau alt tip de alergii și informează medicul radiolog în acest sens.

2) Pacientul urinează sau este sondat.

3) Pacientul este așezat pe masa de radiografie dezbrăcat, în decubit dorsal, cu capul sprijinit.

4) Se practica radiografia reno-vezicală simplă (RRVS).

5) Se injectează substanța de contrast într-o venă conform greutății bolnavului.

6) Se expun secvențe urografice la indicația medicului radiolog. Asistentul va repoziționa bolnavul dacă este necesar.

7) În cazul utilizării unui dispozitiv de compresie, acesta se montează la indicația și sub supravegherea medicului radiolog.

8) După executarea secvențelor urografice se execută cistografia premicțională de față (eventuale incidențe oblice sau de profil la indicația medicului radiolog).

9) Se execută la indicația medicului radiolog uretrografia micțională sau bolnavul este îndrumat să urineze la toaletă.

10) Se execută cistografia postmicțională (în incidență anterio-posterioară, similar celei premicționale).

3. Examenul radiologic al aparatului genital

Din punct de vedere radiologic convențional singura examinare specifică a aparatului genital este **histerosalpingografia** (fig. 63) care reprezintă examenul unei porțiuni a aparatului genital feminin, ce cuprinde uterul și trompele uterine, care implică administrarea de substanță de contrast hidrosolubilă iodată direct intrauterin.

Examinarea se efectuează fluoroscopic.

Poziționare: pacienta se așează pe masa de fluoroscopie în decubit dorsal, în poziție ginecologică, prin atașarea la masă a unor picioare.

Se administrează intrauterin substanța de contrast, această manevră este efectuată de către medicul ginecolog. De notat că injectarea de substanță de contrast trebuie efectuată lent pentru a evita șocul vagal al pacientei.

Radiografiile: se execută în timpul umplerii uterului, după umplerea completă, după extragerea canulei prin care s-a administrast substanţa de contrast.

Radiografiile se efectuează de faţă şi în diferite grade de oblic, în funcţie de anatomia specifică fiecărei pacientei şi de patologia acesteia.

Examinarea se poate completa cu proba Cotte, care se efectuează pentru a se putea aprecia permeabilitatea tubelor uterine, care reprezintă efectuarea de clişee tardive la 15-30 minute.



Figura 63. Histerosalpingografie

XIV.2.2. Examenul computertomografic (CT) a aparatului urogenital

În ceea ce priveşte aparatul reno-urinar examenul CT poate înlocui în aproape în totalitate examenul radiologic convenţional. Acest lucru înseamnă că pentru studiul rinichilor, a ureterelor şi a vezicii urinare se poate realiza o examinare CT numită uro-CT care aduce informaţii mult mai detaliate şi mai amănunţite în ceea ce priveşte acest tip de patologie.

Uro-CT

Este un examen CT care cuprinde atât abdomenul superior, cât şi pelvisul, care se efectuează iniţial nativ, urmat de administrare de substanţă de contrast iodată intravenos.

După administrarea de substanţă de contrast intravenos se fac achiziţii în timp arterial, urmat de timp venos, urmate de timpi excretori, similar cu clişeele efectuate la examenul urografic.

Pentru a se realiza o astfel de examinare sunt necesari următorii paşi:

- se montează perna pentru examinarea trunchiului
- se dezbracă pacientul la piele de la brâu în sus şi coborând linia chilotului până la genunchi
- se îndepărtează toate obiectele metalice de la nivelul abdomenului şi pelvisului
- se culcă bolnavul pe masă în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului şi picioarele întinse, cu coapsele lipite între ele
- se aliniază planul mediosagital al pacientului cu axul mesei şi planul frontal perfect paralel cu masa
- se centrează în gantry astfel încât laserul orizontal să treacă prin linia axilară medie şi laserul vertical la nivelul ombilicului
- când se administrează s.c. i.v., injectarea se va face fără a deplasa mâinile pacientului
- achiziţia se face de la nivelul domului hepatic la nivelul simfizei pubiene, de principiu dacă aparatul permite, în mod spiral, cu aceeaşi grosime de secţiune într-o singură trecere
- este posibil ca într-unul din timpii excretori să fie nevoie ca pacientul să fie mutat în decubit ventral; acest lucru trebuie realizat fără ca planurile de achiziţie să fie modificate.

La finalul examinării se pot efectua reconstrucţii 2D în plan sagital şi coronal, precum şi reconstrucţii 3D.

Deşi este o metodă superioară radiologiei convenţionale, explorarea uretrei nu poate fi realizată prin examen computer tomografic, acesta rămânând dezavantajul major al metodei.

Pentru explorarea organelor genitale interne, indiferent că sunt feminine sau masculine, explorarea computertomografică poate fi o examinare de primă intenţie sau consecutive unui examen ecografic.

Acest tip de examinare reprezintă de fapt o explorare CT pelvină, cu aceeaşi paşi cu cei descrişi anterior, achiziţia făcându-se de la nivelul crestelor iliace până la nivelul simfizei pubiene.

XIV.2.3. Examenul prin rezonanţă magnetică (IRM) a aparatului urogenital

Explorarea IRM a structurilor aparatului urogenital aduce informaţii amănunţite în ceea ce priveşte structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie preţul de cost ridicat, precum şi timpul lung de achiziţie.

Poziţionare: pacientul se poziţionează pe masă în decubit dorsal, cu abdomenul şi/sau pelvisul poziţionat în antena/antenele tip body, fiind fixat prin dispozitivele din

dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemişcat şi să respecte comenzile respiratorii.

Centrare: se face la nivelul indicat de antenă

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital şi coronal.

Scanare: a abdomenului şi/ sau pelvisului, de la nivelul domului hepatic până la nivelul crestelor iliace sau până la simfiza pubiană sau de la nivelul crestelor iliace până la simfiza pubiană (în cazul explorării doar a pelvisului), inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast.

Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital şi coronal), precum şi secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D

FOV-ul şi grosimea secțiunilor: depind de pacient şi de patologia acestuia.

O explorare specifică este uro-IRM-ul care se efectuează practic identic cu examinarea de uro-CT, din punct de vedere a paşilor ce trebuie urmați.

De notat este faptul că examinarea IRM a organelor genitale feminine sau masculine este o examinare net superioară celorlalte tipuri de examinări radio-imagistice.

Capitol XV

EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A MEMBRULUI SUPERIOR

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XV.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI SUPERIOR

Membrul superior, după anatomişti, este alcătuit din centura scapulară şi membrul superior liber.

Centura scapulară este alcătuită din următoarele oase: claviculă şi omoplat sau scapulă.

Membrul superior liber este alcătuit din humerus, osul brațului, radius şi ulnă, oasele antebrațului, oase carpiene, oase metacarpiene şi falange, care formează scheletul mâinii.

Centura scapulară sau centura membrului superior formează scheletul umărului şi face legătura între toracele osos şi oasele membrului liber.

Clavicula este un os lung, pereche, situat la limita dintre torace şi gât, cuprins între manubriul sternului şi acromion. Orientarea sa este transversală, şi prezintă două curburi inegale, care îi dau forma literei S culcat. Dintre cele două curburi, una este medială (curbura cu concavitatea posterioară) şi cealaltă este laterală (curbura cu concavitatea anterioară). Clavicula este formată din corp şi două extremități.

Scapula sau omoplatul este un os lat, de forma triunghiulară, situat la partea postero-superioară a toracelui. Pe schelet, acest os se întinde între primul spațiu intercostal şi coasta a VII-a. Osul este aplicat pe torace, depăşindu-l însă lateral şi ia astfel parte la formarea umărului şi la delimitarea axilei.

Scapula prezintă două fețe (fața anterioară şi fața posterioară), trei margini (marginea vertebrală, marginea axilară şi marginea superioară) şi trei unghiuri (unghiul superior, unghiul inferior şi unghiul lateral).

De pe fața posterioară a scapulei sau fața dorsală se desprinde transversal o lamă, numită spina scapulei. Spina împarte fața posterioară într-o fosă situată cranial şi alta situată caudal de ea.

Spina scapulei împarte fața posterioară a omoplatului în două porțiuni și anume: fosa supraspinoasă unde se inseră muschiul supraspinos și fosa infraspinoasă unde se inseră mai mulți muschi: infraspinos, rotund mare, rotund mic.

Spina scapulei se continuă în porțiunea ei laterală cu o prelungire liberă, neaderentă de fața posterioară a scapulei, numită acromion.

Acromionul este o proeminență turtită de sus în jos și palpabilă sub piele care se articulează cu clavicula.

La unirea acromionului cu buza inferioară a spinei scapulei, se formează unghiul acromionului, care are deosebită importanță practică: pornind de la el, se pot face măsuratorile pentru stabilirea eventualelor luxații ale centurii scapulare.

Fața costală a scapule sau fața anterioară prezinta o concavitate, fosa subscapulară, ce este străbătută de creste oblice. Are o margine superioară, care este subțire și prezintă incizura scapulei, o margine medială și o margine laterală, care este orientată spre axilă.

Scapula prezintă un unghi inferior, care este ascuțit și ușor de explorat sub piele și un unghi superior, care este ușor rotunjit. De asemenea prezintă un unghi lateral, care este cel mai voluminous și prezintă două elemente:

1. Cavitatea glenoidă care este legată de restul scapulei printr-o porțiune mai îngustă, numită gâtul sau colul scapulei. Cavitatea este puțin profundă, de formă ovoidă, articulându-se cu capul humerusului.

2. Procesul coracoid, care este o prelungire recurbată, a cărei bază ocupă spațiul dintre cavitatea glenoidă și scobitura scapulei.

Scheletul brațului este format din humerus, care este un os lung și pereche, prezentând o diafiză, două metafize și două epifize.

La nivelul metafizei proximale ale humerusului se găşeste colul chirurgical. La nivelul colului chirurgical se înregistrează cele mai frecvente fracturi ale humerusului, tot aici având loc dezlipirea traumatică a epifizei.

1. Capul humerusului - prezintă o suprafață articulară netedă, ce reprezintă o treime dintr-o sferă. El se articulează cu cavitatea glenoidă a scapulei, axul său formând cu axul diafizei un unghi de 130°.

2. Colul anatomic - este un șanț circular, care separă capul humerusului de metafiză.

3. Tuberculul mare - este situat pe partea laterală a metafizei proximale în partea superioară.

4. Tuberculul mic - este situat pe partea anterioară și medial a metafizei proximale.

5. Șanțul intertubercular (mai este numit și culisa bicipitală) este un șanț vertical, care pleacă de pe fața anterioară a porțiunii proximale și se termină pe fața antero-medială a diafizei. El este limitat de creasta tuberculului mare (situată anterior) și de creasta tuberculului mic (situată posterior).

Epifiza distală prezintă doi condili (trohleea și capitulum) și doi epicondili, unul medial și altul lateral.

Condili humerusului prezintă suprafețe articulare și trei fosete: coronoidă, radială și olecraniană.

Epicondilii sunt două proeminențe, care servesc pentru inserții musculare, unul fiind medial, iar altul lateral. Epicondilul lateral este mai mic decât cel medial.

Scheletul antebrațului este format din două oase ulna și radius.

1. Ulna este un os lung și pereche, situat în partea medială a antebrațului, în prelungirea degetului mic și are două epifize, două metafize și o diafiză.

Diafiza are trei fețe, anterioară, posterioară și medială și trei margini anterioară, posterioară și laterală. Marginea laterală sau interosoasă este locul de inserție a membranei interosoase.

Aceasta membrană unește corpurile celor două oase ale antebrațului (ulnă și radius).

Extremitatea proximală este formată din două proeminențe osoase: o proeminență verticală (numită olecran) și o proeminență orizontală (numită procesul coronoid). Cele două proeminențe formează între ele un unghi drept și circumscriu o cavitate articulară numită scobitura trohleară, care se articulează cu trohleea humerusului. Pe partea laterală a procesului coronoid se găsește o față articulară semilunară (numita incizura radială sau scobitura radială) care se articulează cu capul radiusului.

Extremitatea distală prezintă capul și procesul stiloid. Capul ulnei se articulează cu incizura ulnară a radiusului, iar procesul stiloid este situat pe partea medială a capului, fiind o prelungire cu vârful în jos.

2. Radiusul este un os lung și pereche, situat la partea laterală a antebrațului, în dreptul policelui și are două epifize, două metafize și o diafiză.

Diafiza are formă prismatică, triunghiulară și, ca atare, are trei fețe (fața anterioară, posterioară și laterală) și trei margini (marginea anterioară, posterioară și medială).

Marginea medială sau interosoasă este ascuțită și se termină în partea inferioară a diafizei, bifurcându-se și delimitând astfel o suprafață triunghiulară. La baza acestui triunghi se găsește scobitura (sau incizura ulnară) a radiusului. Pe marginea medială se prinde membrana interosoasă.

Extremitatea proximală este compusă din trei elemente: capul, colul și tuberozitatea radiusului.

1. Capul este un segment de cilindru plin, mai înalt în porțiunea medială. Fața lui superioară prezintă o depresiune, numită foseta capului radial care corespunde capitulului humerusului. Circumferința capului corespunde scobiturii radiale de pe ulnă.

2. Colul este porțiunea îngustă care face parte din metafiză, cea care leagă capul de diafiză și are direcție oblică dinspre cranial spre caudal și dinspre lateral spre medial, formând cu capul un unghi deschis lateral.

3. Tuberozitatea radiusului este o proeminență ovoidală, situată sub col, pe ea inserându-se mușchiul biceps brahial.

Extremitatea distală este comparată cu o piramidă trunchiată, ce prezintă patru fețe și o bază.

Fața medială prezintă scobitura ulnară destinată articulării cu capul ulnei.

Fața laterală prezintă un șanț pentru tendoanele mușchilor lung abductor și scurt extensor ai policelui. Această față se continuă în jos cu procesul stiloid. Procesul stiloid se poate inspecta și palpa clinic, coborând mai jos decât procesul stiloid al ulnei.

Fața posterioară prezintă mai multe creste verticale, care delimitează șanțuri. Prin șanțuri alunecă tendoane ale mușchilor extensori ai mâinii și ai degetelor. La mijlocul feței posterioare se găsește o creastă verticală (adesea palpabilă sub piele) numita tuberculul dorsal care o împarte în două șanțuri.

Fața anterioară este concavă de sus în jos, dând inserție mușchiului pătrat pronator.

Baza sau fața articulară carpiană are forma unui triunghi, al cărui vârf se prelungește lateral pe procesul stiloid. Baza este subdivizată printr-o creastă antero-posterioară, în două fețe secundare: o față laterală, triunghiulară, în raport cu scafoidul, și o față medială, patrulateră, în contact cu semilunarul.

Carpul este alcătuit din două rânduri de oase scurte. Primul rând este format dinspre radius spre ulnă din patru oase carpiene și anume scafoid, semilunar, piramidal, pisiform, iar cel de al doilea rand este alcătuit tot din patru oase carpiene și anume trapez, trapezoid, osul mare și osul cu cârlig.

Metacarpienele sunt în număr de cinci, de la I la V, dinspre degetul mare spre degetul mic; ele sunt oase lungi, fiecare fiind alcătuit din două epifize, două metafize și o diafiză. Metacarpienele se articulează atât cu oasele carpului, cât și cu falangele.

Falangele reprezintă oasele componente ale degetelor, fiind în număr de câte trei pentru fiecare deget, cu excepția policelui (degetul mare), care are doar două falange; ele sunt de asemenea oase lungi, cu aceași componență.

XV.2. TEHNICI DE EXPLORARE A CENTURII SCAPULARE ȘI MEMBRULUI SUPERIOR LIBER

XV.2.1. Explorarea radiologică convențională

Pentru a se putea executa radiografii în incidențe corecte trebuie să se țină seama de următoarele criterii și anume segmental de radiografiat să fie poziționat cât mai corect (planul frontal paralel cu filmul radiografic, iar planul sagital perpendicular pe planul frontal), radiografia efectuată să cuprindă cel puțin o articulație, dacă este posibil ambele articulații (proximală și distală). Pentru un examen complet a unui segment osos radiografia trebuie executată atât în incidență de față, cât și de profil.

1. Radiografia omoplatului

1.1. Radiografia omoplatului în poziție de față (fig. 64 a, b)

<u>Poziționare</u>: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masa în decubit dorsal, aplecat ușor spre partea de examinat, cu brațul ridicat și mâna pe cap. O variantă este așezarea pacientului în ortostatism, la stativ.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Expunerea se face în apnee.

<u>Centrare</u>: raza centrală perpendiculară pe casetă, trece tangențial pe marginea toracelui, la 2 laturi de deget sub axilă.

<u>Film</u> 18/24 sau 24/30 în lung, pe masă marginea inferioară la 2 cm sub unghiul inferior al scapulei, iar marginea laterală să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

<u>Distanța focar-film</u> = 75 cm.

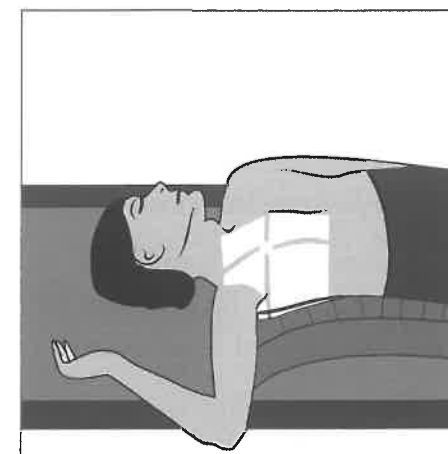


Figura 64 a. Poziționare



Figura 64 b. Radiografie scapulă de față

1.2.Radiografa omoplatului în poziție laterală (profil) (fig. 65 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masă în decubit lateral, toracele este ușor aplecat anterior, brațele ridicate și duse înainte, cu capul sprijinit pe un sac de nisip. O variantă mai practică este așezarea pacientului în ortostatism, la stativ.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Expunerea se face în apnee.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin marginea medială a omoplatului la un lat de palmă deasupra unghiului inferior al omoplatului.

Film 18/24 sau 24/30 în lung, marginea inferioară la 2 cm sub unghiul inferior al scapulei, iar marginea posterioară să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 65 a. Poziționare



Figura 65 b. Radiografie scapulă profil

2. Radiografia claviculei

2.1. Radiografia claviculei unilateral în incidență postero-anterioară (fig. 66 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, capul întors spre partea opusă celei care se radiografiază, clavicula pe casetă, brațul de partea de examinat de-a lungul corpului, cu mâna în pronație, palma privește în sus, umărul opus rezemat de sac cu nisip.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat. Se expune în apnee.

Centrare: raza centrală înclinată 30° dinspre medial spre lateral intră prin unghiul supero-intern al omoplatului.

Film: 18/24 orizontal cu dimensiunea mare pe lat, marginea cranială depășește clavicula cu 3 cm, marginea externă la nivelul părților moi ale umărului. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

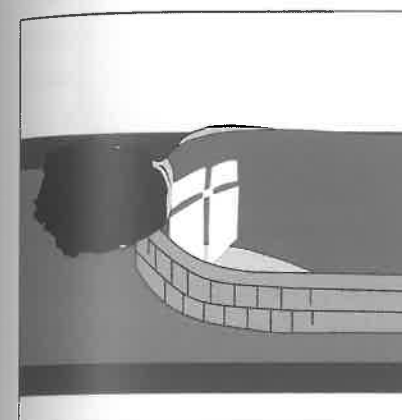


Figura 66 a. Poziționare



Figura 66 b. Radiografie claviculă unilateral

3. Radiografia articulației scapulo-humerale

3.1. Radiografia articulației scapulo-humerale de față în incidență antero-posterioară (fig. 67 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură se așează pe masă în decubit dorsal cu capul rezemat pe un sac de nisip. Se înclină ușor toracele spre partea examinată pentru un bun contact cu caseta prin ridicarea pe saci cu nisip a umărului opus. Brațul ușor depărtat de corp, la aproximativ 30°, în rotație externă, palma orientată în sus și în afară (în supinație).

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

De rutină radiografia se execută în ortostatism, la stativul vertical. În această situație caseta se pune în căruciorul portcasetă.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal la 20°, intră la 2 cm deasupra axilei în depresiunea subacromială. Se expune în apnee.

Film: 18/24 lung, marginea superioară depășește umărul cu 2 cm; marginea laterală depășește părțile moi ale umărului cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm. În situația efectuării radiografiei în ortostatism distanța focus-film este de 1,2 m.

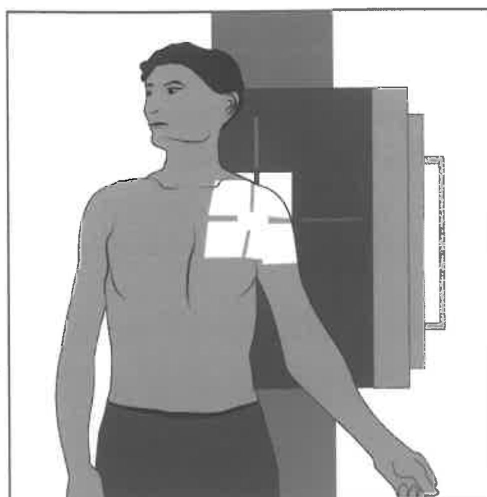




Figura 67 a. Poziționare

Figura 67 b. Radiografie umăr față

3.2. Radiografia articulației scapulo-humerale de profil (fig. 68)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură, în decubit dorsal, cu o ușoară înclinare a trunchiului spre partea de radiografiat, brațul ridicat cu mâna pe cap.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

De rutină radiografia se execută în ortostatism, la stativul vertical. În această situație caseta se pune în căruciorul portcasetă.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul axilei. Se expune în apnee.

Film: 18/24 pe lung cu marginea superioară la 2 cm deasupra umărului și marginea inferioară la cca 2 cm sub unghiul inferior al scapulei; marginea laterală să depășească cu 2 cm părțile moi ale toracelui. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm. În situația efectuării radiografiei în ortostatism distanța focus-film este de 1,2 m.



Figura 68. Radiografie umăr profil

4. Radiografia humerusului

La radiografierea oricărui os lung poziționarea segmentului trebuie făcută în așa fel încât pe radiografie să apară cel puțin o articulație.

4.1. Radiografia humerusului de față (fig. 69 a, b)

Poziționare: pacientul dezbrăcat până la centură, se așează în decubit dorsal sau ortostatism, brațul în ușoară abducție se sprijină pe casetă cu fața dorsală, palma orientată în sus (în supinație). Axul epicondil-epitrohlee trebuie să fie paralel cu planul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă este proiectată la jumătatea distanței umăr-cot.

Film: 15/40 (sau 30/40) pe lung, marginea superioară a casetei depășește cu 2cm umărul, iar marginea laterală și medială la egală distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

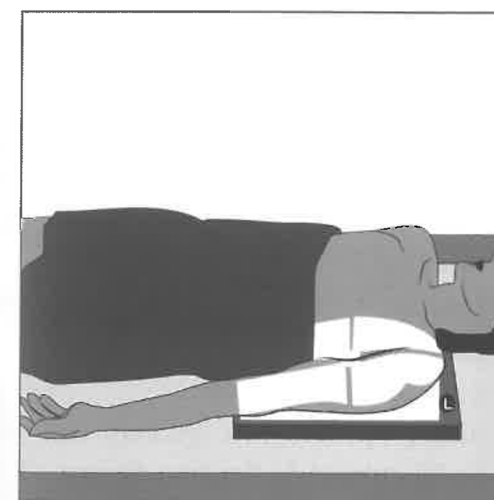




Figura 69 a. Poziționare

Figura 69 b. Rg. humerus față

4.2. Radiografia humerusului de profil cu pacientul în clinostatism (fig. 70 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal cu brațul în ușoară abducție se sprijină pe casetă cu fața externă. Axul epicondil-epitrohlee trebuie să fie perpendicular pe planul casetei. Antebrațul este flectat, mâna orientată cu palma în afară.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul braţului. Se expune în apnee.

Film: 15/40 (sau 30/40) pe lung, marginea superioară a casetei depăşeşte cu 2 cm umărul, iar marginea laterală şi medială să fie la egală distanţă de părţile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.



Figura 70 a. Poziţionare



Figura 70 b. Radiografie humerus profil

5. Radiografia articulaţiei cotului

5.1. Radiografia articulaţiei cotului de faţă (fig. 71 a, b)

Poziţionare: se aşează pacientul pe scaun lângă masă, membrul superior în extensie, se reazămă cu olecranul pe centrul casetei, antebraţul în supinaţie.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală este verticală, perpendiculară pe mijlocul interliniei articulare, care corespunde aproximativ pliului cutanat de flexiune. Pentru o localizare mai precisă se poate palpa articulaţia humero-radială (se execută mişcări de supinaţie–pronaţie care permit palparea cupei radiale în mişcarea ei de rulare în jurul ulnei, dacă starea pacientului o permite).

Film: 18/24 pe lung, marginea externă şi internă la aceeaşi distanţă de părţile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

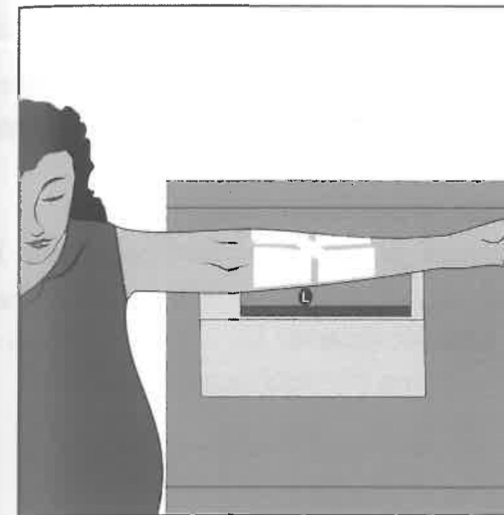


Figura 71 a. Poziţionare



Figura 71 b. Radiografie cot faţă

5.2. Radiografia articulaţiei cotului de profil (fig. 72 a, b)

Poziţionare: se aşează pacientul pe scaun lângă masă, braţul şi antebraţul sunt în plan orizontal, cotul în semiflexie se sprijină prin faţa cubitală cu policele orientat în sus.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală este verticală, perpendiculară pe mijlocul liniei care uneşte punctul cel mai proeminent al olecranului cu cupa radială.

Film: 18/24 pe lung, marginile la aceeaşi distanţă de părţile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

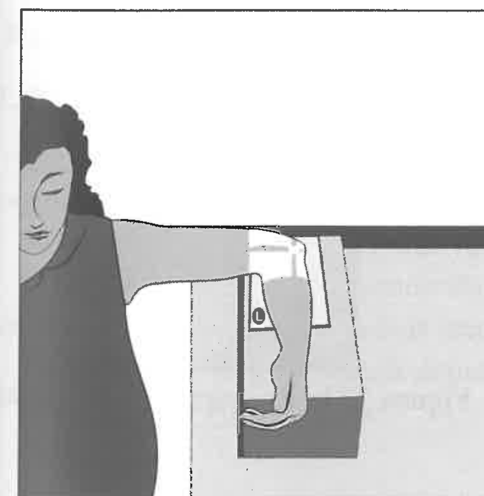


Figura 72 a. Poziţionare



Figura 72 b. Radiografie cot profil

5.3. Radiografia olecranului

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, toracele aplecat anterior spre masă, antebrațul cu fața dorsală pe masă; se sprijină cotul pe mijlocul casetei, palma orientată în sus (în supinație), brațul flectat pe antebraț.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră pe fața posterioară a brațului la 3.cm deasupra olecranului.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

6. Radiografia oaselor antebrațului

6.1. Radiografia oaselor antebrațului de față în incidență antero-posterioară (fig. 73 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul stă sprijinit pe casetă cu fața dorsală, palma orientată în sus (în supinație).

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră prin mijlocul antebrațului.

Film: 24/30 pe lung, marginea proximală a casetei depășește cotul cu 2 laturi de deget, marginea laterală și medială la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 73 a. Poziționare



Figura 73 b. Radiografie antebraț față

6.2. Radiografia oaselor antebrațului de profil (fig. 74 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul sprijinit cu marginea ulnară pe casetă, policele orientat în sus.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară intră prin mijlocul antebrațului.

Film: 24/30 pe lung, marginea proximală a casetei depășește cotul cu 3 cm, marginile laterală și medială la aceeași distanță de părțile moi. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

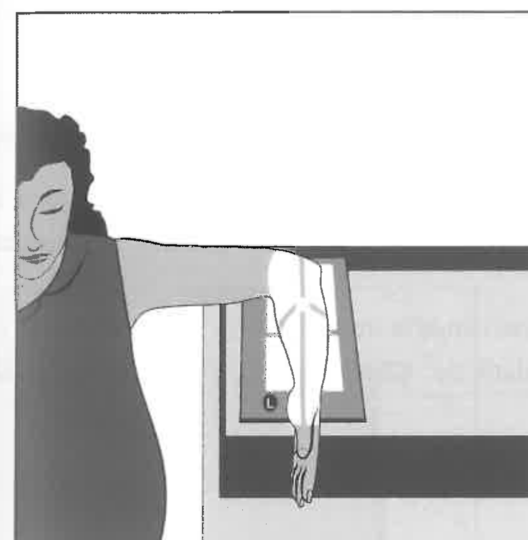


Figura 74 a. Poziționare



Figura 74 b. Radiografie antebraț profil

7. Radiografia articulației pumnului

7.1. Radiografia articulației pumnului de față (fig. 75 a, b)

Poziționare: pacientul se așează pe scaun lângă masă, antebrațul și palma în pronație se sprijină cu fața palmară pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul liniei ce unește apofizele stiloide, cubitală și radială (centrare pentru carpiene) .

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.





Figura 75 a. Poziționare **Figura 75 b.** Radiografie pumn față

7.2. Radiografia articulației pumnului de profil (fig. 76 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul și mâna se sprijină pe masă prin marginea cubitală, articulația pumnului plasată în mijlocul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin apofiza stiloidă radială.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.





Figura 76 a. Poziționare **Figura 76 b.** Radiografie pumn profil

7.3. Radiografia articulațiilor pumnilor, comparativă

Poziționare: pe scaun lângă stativ, antebrațele și mâinile se reazămă pe masă cu marginea cubitală, articulațiile pumnilor apropiate, degetele flectate bilateral se ating.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 18/24 pe lat. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

7.4. Radiografia scafoidului de față (poziția scriitorului) (fig. 77 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul sprijinit pe masă, mâna semiînchisă în ușoară înclinare cubitală.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe scafoid intră la 15mm sub interlinia radiocarpiană.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

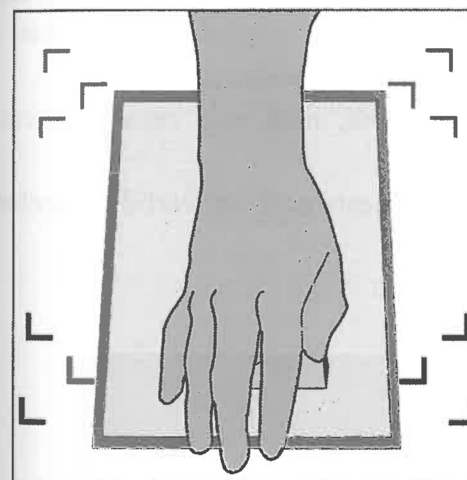




Figura 77 a. Poziționare **Figura 77 b.** Radiografie scafoid față

7.5. Radiografia scafoidului de profil

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul este pe masă, mâna în ușoară pronație formează cu planul mesei un unghi de 45° și se sprijină pe cubitus și degetul 5.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră la nivelul tabacherei anatomice.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

7.6. Radiografia osului cu cârlig (hamat) – incidenţă specială

Poziţionare: pacientul în ortostatism la marginea mesei, antebraţul în extensie, mâna în supinaţie asezată cu palma apăsată pe casetă, policele în extensie şi degetele 2-5 flectate în afara casetei („apucă marginea mesei"), articulaţia pumnului în extensie maximă forţată astfel încât antebraţul să formeze cu masa un unghi de 30° înclinat posterior.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă intră prin vârful cârligului osului hamat.

Film: 18/24 pe lat aşezat pe marginea mesei. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

8. Radiografia mâinii şi a degetelor

8.1. Radiografia mâinii de faţă (fig. 78 a, b)

Poziţionare: pacientul se aşează pe scaun lângă masă. Mâna se sprijină cu faţa palmară pe mijlocul casetei, degetele uşor îndepărtate.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin capul metacarpianului III (pentru degete şi metacarpiene).

Film: 18/24 cm, în lung, marginea distală depăşeşte cu 2 cm vârful degetelor. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.



Figura 78 a. – Poziţionare



Figura 78 b. Radiografie mână faţă

8.2. Radiografia mâinilor bilateral de faţă

Poziţionare: pacientul se aşează pe scan lângă masă, antebraţele sprijinite pe masă, degetele uşor îndepărtate, ambele palme lipite pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 24/30 pe lat, depăşeşte cu 2 cm vârful degetelor. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

8.3. Radiografia mâinii de profil (fig. 79)

Poziţionare: pacientul se aşează pe scaun lângă masă, antebraţul pe masă, mâna se sprijină pe casetă prin marginea cubitală, uşor înclinată posterior.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă intră prin mijlocul metacarpianului IV.

Film: 18/24 pe lung, marginea distală depăşeşte vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

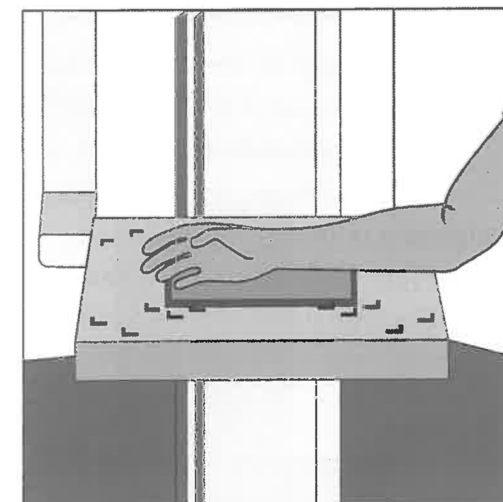


Figura 79. Poziţionare

8.4. Radiografia mâinilor bilateral de profil

Poziţionare: pacientul se aşează pe scaun lângă masă, antebraţele pe masă, mâinile la 5-6 cm una de alta sprijinite cu marginea cubitală pe casetă, uşor înclinate în afară.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, proiectată la mijlocul distanţei dintre cele două mâini.

Film: 24/30 pe lat, marginea distală a casetei depăşeşte vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanţa focar-film = 75 cm.

8.5. Radiografia mâinii în poziție semilaterală (fig. 80)

Poziționare: se așează pacientul lângă masă, antebrațul pe masa stativului, mâna se sprijină pe masă prin marginea cubitală a degetului V și atinge caseta cu vârful celorlalte degete, care sunt îndepărtate între ele.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă vizează articulația metacarpo-falangiană a degetului II.

Film: 18/24 pe lung; marginea casetei depășește vârful degetelor cu 2 cm. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.



Figura 80. Radiografie mână semilaterală

8.6. Radiografia policelui de față în incidență palmo-dorsală (fig. 81 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, mâna în pronație forțată, cu palma orientată în sus și în afară. Se sprijină cu fața dorsală a policelui în centrul casetei.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă vizează articulația metacarpo-falangiană a policelui.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

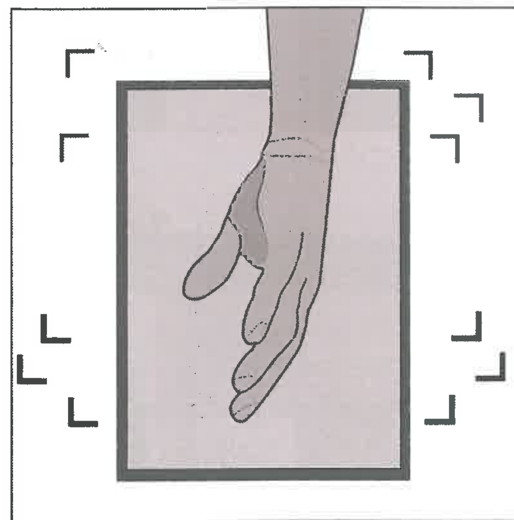


Figura 81 a. Poziționare



Figura 81 b. Radiografie police față

8.7. Radiografia policelui de față în incidență dorso-palmară

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul în extensie, mâna se sprijină pe peretele lateral al cutiei pe care se află caseta, policele plasat cu fața palmară pe casetă.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul casetei.

Film: 18/24 pe lung, caseta plasată pe o cutie de aceeași dimensiune. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

8.8. Radiografia policelui de profil (fig. 82 a, b)

Poziționare: se așează pacientul pe scaun lângă masă, antebrațul pe masă, mâna cu degetele II-V flectate se sprijină cu fața palmară pe casetă, policele lipit de casetă cu marginea radială.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, vizează articulația metacarpofalangiană a policelui.

Film: 18/24 pe lung. Pe casetă se pune semn de dreapta.

Distanța focar-film = 75 cm.

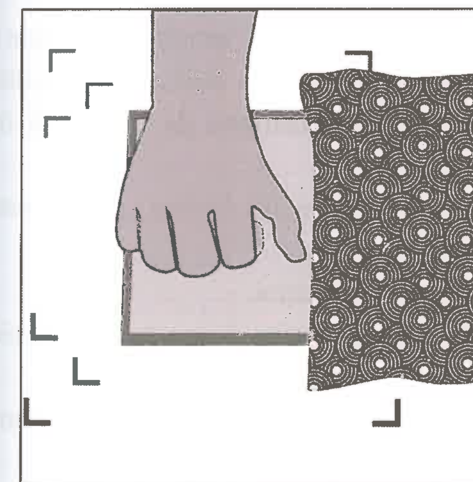


Figura 82 a. Poziționare



Figura 82 b. Rg. police profil

8.9. Radiografia indexului de profil

Poziționare: se așează pacientul lângă masă, antebrațul și mâna sprijinite pe masă pe marginea cubitală, filmul ținut între index și medius. Se mai poate realiza cu indexul sprijinit lateral pe un suport și restul degetelor flectate.

Se îndepărtează orice obiect radioopac din aria de examinat.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe mijlocul falangei medii.

Film: cel mai mic existent în serviciu pe lung, învelit în hârtie neagră opacă.

Distanța focar-film = 75 cm.

XV.2.2. Examenul computertomografic (CT) a membrului superior

Membrul superior la CT se explorează la fel ca la examenul radiologic convențional și anume pe segmente și nu în totalitate, având în vedere că fiecare segment are anatomic o poziție proprie.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal sau ventral în funcție de segmentul de interes, asfel încât planul mediosagital al segmentului de interes să fie perfect perpendicular pe masa echipamentului.

Poziționarea segmentului de examinat se face în limita posibilităților identic ca la radiologie.

Centrare: încrucișarea razelor de ghidaj să se afle în centrul segmentului de interes.

Topograma: se realizează o topogramă frontală

Scanare: de la nivelul articulației proximale până la nivelul articulației distale a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziție este perpendicular pe segmentul de interes, pe cât este posibil anatomic.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru os și una pentru părțile moi.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de regiunea examinată.

XV.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a membrului superior

Explorarea IRM a structurilor membrului superior aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu segmentul de interes poziționat într-o antenă specială, sau după caz în antena de suprafață, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată.

Capitol XVI

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ A MEMBRULUI INFERIOR

Ana Magdalena Bratu, C. Zaharia

XVI.1. RADIOANATOMIA MEMBRULUI INFERIOR

Oasele membrului inferior sunt formate, ca şi oasele membrului superior, din centura membrului şi membrul liber.

Centura membrului inferior se compune din două oase coxale care, împreună cu osul sacru şi coccisul formează bazinul osos (pelvisul).

Oasele membrului inferior liber sunt reprezentate de femur şi patelă care formează oasele coapsei, tibia şi fibula care alcătuiesc oasele gambei, precum şi tarsul, metatarsul şi falangele degetelor ce constituie oasele piciorului.

1. Centura membrului inferior sau centura pelvină

Osul coxal

Coxalul este un os voluminos şi neregulat, fiind os pereche. El este alcătuit din trei oase distincte: ilionul, pubisul şi ischionul, care se sudează definitiv între 12—16 ani la fete şi 13—18 ani la băieţi.

ILIONUL

Ilionul formează porţiunea superioară a osului coxal şi reprezintă mai mult din jumătatea lui. Limita inferioară a ilionului este reală la făt şi la copil, unde sudura lui cu celelalte două piese nu s-a realizat încă. La adult, limita inferioară este reprezentată de o linie convenţională ce trece prin treimea superioară a acetabulului.

Ilionul prezintă un corp, care participă la formarea acetabulului şi o porţiune superioară, aripa osului iliac.

ISCHIONUL

Cuprinde porţiunea posterioară şi inferioară a osului coxal şi el are un corp şi o ramură.

Corpul participă la formarea acetabulului, constituind porţiunea postero-inferioară a acestei cavităţi.

Corpul se continuă cu ramura, iar la limita dintre corp şi ramură se găseşte tuberozitatea ischiadică.

PUBELE

Acest os reprezintă porţiunea antero-inferioară a coxalului, el are un corp şi două ramuri.

Corpul pubisului participă la formarea porţiunii antero-inferioare a acetabului, el se uneşte cu ilionul, iar la locul de unire se găseşte eminenţa iliopectinee.

De la nivelul corpului pleacă ventral ramura superioară; ea face un unghi ascuţit, numit şi unghiul pubelui şi se continuă cu ramura descendentă sau inferioară. Ramura descendentă a pubelui se uneşte cu ramura ischionului formând împreună ramura ischiopubiană.

Coxalul, considerat în totalitate, prezintă două feţe, patru margini şi patru unghiuri.

Cele două feţe sunt: faţa laterală şi faţa medială.

A. Faţa laterală

Prezintă în partea ei mijlocie o cavitate mare, numită acetabul, la formarea căruia contribuie corpul celor trei oase constitutive ale coxalului şi anume ilion, ischion şi pubis.

Imediat caudal de acetabul se află un orificiu, numit gaura obturată, la formarea căreia contribuie ischionul şi pubele. Cranial de acetabul se găseşte faţa gluteală a aripii osului iliac.

a. Cavitatea cotiloidiană sau acetabulul serveşte la articulaţia cu femurul. Circumferinţa acetabulului este proeminentă şi ascuţită şi poartă numele de sprânceană cotiloidiană sau acetabulară.

Suprafaţa interioară a acetabulului prezintă:

a) suprafaţa semilunară, care este articulară

b) fosa acetabulului nearticulară, de formă patrulateră, încadrată de suprafaţa semilunară.

b. Gaura obturată

Ea este limitată în cea mai mare parte printr-o margine ascuţită ca o creastă, afară de porţiunea superioară, unde creasta este înlocuită cu un şanţ numit şanţul obturator.

c. Suprafaţa gluteală a osului iliac

Este uşor escavată în porţiunea ei mijlocie, pe ea se găseşte gaura nutritivă principală a osului şi este străbătută de trei linii:

1. linia gluteală anterioară
2. linia gluteală posterioară
3. linia gluteală inferioară.

Aceste trei linii delimitează patru câmpuri:
1. unul posterior, mic, pe care se inseră muşchiul gluteu mare;
2. unul situat mai ventral, pe care se inseră muşchiul gluteu mijlociu;
3. unul ventral şi caudal, deasupra liniei gluteale inferioare, care dă inserţie pentru muşchiul gluteu mic;
4. ultimul, situat caudal de linia gluteală inferioară, pe care se inseră muşchiul drept femural.

B. Faţa medială

Este străbătută de linia arcuată, îndreptată oblic, dinspre cranial spre caudal şi dinspre dorsal spre ventral. Această linie împarte faţa medială în două porţiuni şi anume cranial este fosa iliacă, pe care se inseră muşchiul iliac, iar caudal de linia arcuată se află suprafaţa sacropelvină.

Cele patru margini ale osului coxal sunt: marginea anterioară, posterioară, superioară sau creasta iliacă şi inferioară.

- Marginea anterioară prezintă:
- Superior - spina iliacă antero-superioară
- Mijlociu - spina iliacă antero-inferioară
- Inferior - tuberculul pubian.

Marginea posterioară prezintă:
1. **spina iliacă postero-superioară** situată la unirea cu marginea superioară; este palpabilă sub piele;
2. **spina iliacă postero-inferioară**, separată de precedenta printr-o scobitură.
3. **marea scobitură** sau **incizura ischiadică.**
4. **spina ischiadică** - caudal de precedenta.
5. **mica scobitură ischiadică.**
6. **tuberozitatea ischiadică** pe care se inseră numeroşi muşchi; pe ea repauzează omul în poziţia sezând. Se poate palpa uşor, mai ales când se pune coapsa în flexie.

Marginea superioară sau creasta iliacă

Se întinde de la spina iliacă antero-superioară la spina iliacă postero-superioară. Marginea aparţine în totalitate osului iliac. Ea poate fi palpată în întregime sub piele.

Este locul de inserţie pentru un mare număr de muşchi (oblicul extern, oblicul intern, transversul, pătratul lombelor, gluteul mare, gluteul mijlociu, iliacul).

Marginea inferioară

Se întinde între tuberozitatea ischiadică şi unghiul pubelui.

La constituirea ei iau parte ramura ischionului şi ramura inferioară a pubelui, de unde şi denumirea de ramură ischiopubiană care este dată acestei margini.

Imediat sub unghiul pubian marginea prezintă o suprafaţă ovală, faţa pubiană, care serveşte la articularea cu osul coxal de partea opusă, cu care formează simfiza pubiană.

Unghiurile osului coxal sunt reprezentate de:
1. Unghiul antero-superior care este reprezentat de spina iliacă antero-superioară.
2. Unghiul postero-superior care este reprezentat de spina iliacă postero-superioară.
3. Unghiul antero-inferior care este reprezentat prin unghiul pubelui.
4. Unghiul postero-inferior este format de tuberozitatea ischiadică.

Pelvisul osos sau bazinul este format de cele două coxale, sacrul şi coccisul. El este situat cu aproximaţie la mijlocul corpului adultului. El are forma unui trunchi de con, cu baza mare în sus şi cu baza mică în jos. La nivelul pelvisului osos se descriu o circumferinţă superioară şi alta inferioară, precum şi o suprafaţă exterioară şi una interioară.

1. Circumferinţa superioară sau baza mare a pelvisului osos este alcătuită din: baza sacrului, creasta iliacă, marginea anterioară a coxalului şi marginea superioară a simfizei pubiene.
2. Suprafaţa exterioară (exopelviană) conţine elementele anatomice de pe feţele laterale ale celor două oase coxale şi de pe feţele dorsale ale sacrului şi coccisului.

Porţiunea anterioară este determinată de faţa anterioară a simfizei pubiene, care este situată pe linia mediană, lateral de ea se găsesc unghiurile pubelui şi găurile obturate.

Porţiunea posterioară este delimitată de feţele dorsale ale sacrului şi coccisului, precum şi de marginile posterioare ale oaselor coxale.

Porţiunea laterală este formată de feţele laterale ale oaselor coxalelor prin faţa gluteală, acetabulul şi tuberozitatea ischiadică.

3. Suprafața interioară (endopelvină) se caracterizează printr-un relief osos circular numit linia terminală. Ea delimitează strâmtoarea superioară a pelvisului. Strâmtoarea superioară împarte suprafața interioară în două porțiuni: una situată deasupra pelvisul mare care aparține topografic abdomenului și alta dedesubtul ei care adăpostește organele aparatului urogenital.

4. Circumferința inferioară sau strâmtoarea inferioară a pelvisului sau baza mică a pelvisului osos este formată anterior de marginea inferioară a simfizei pubiene, posterior de vârful coccisului, iar lateral de cele două tuberozități ischiadice.

2. Scheletul membrului inferior liber este alcătuit din trei segmente:

Coapsa cu osul femur, a cărei extremitate proximală prezintă colul și capul femural prin care se articulează cu osul coxal. Prin extremitatea sa distală ia parte la formarea articulației genunchiului care ventral prezintă un os plat numit patelă sau rotulă.

Femurul, ca orice alt os lung prezintă două epifize, cea proximală numită cap femural, două metafize, cea proximală numită col femural și între ele o diafiză. La nivelul porțiunii metafizare proximale se găsesc cele două trohantere, unul mare pe fața laterală și unul mic pe fața medială. La nivelul epifizei distale femurul prezintă doi condili, unul lateral și altul medial, separați între ei prin foseta intercondiliană. Cranial de condili se găsesc cei doi epicondili, unul lateral și altul medial. Prin intermediul condililor femurul se articulează cu rotula.

Gamba al cărei schelet este format din două oase: tibia, localizată medial și peroneul, dispus lateral, ambele articulate între ele la cele două extremități.

Ambele oase ale gambei sunt oase lungi cu aceleași componente, epifize, metafize și diafiză. Tibia la nivelul epifizei proximale prezintă platoul tibial, care se articulează cu femurul.

Piciorul este alcătuit din 26 de oase care corespund celor trei segmente: tars, metatars și degete. Dacă oasele tarsiene sunt oase scurte, metatarsul și oasele degetelor sunt oase lungi și sunt în număr de cinci. Degetele piciorului prezintă fiecare câte trei falange, proximală, medie și distală, cu excepția halucelui (deget I), care are doar două falange.

Articulațiile membrului inferior liber reprezintă organe de mișcare înalt adaptate la funcția de locomoție realizată în poziție verticală (antigravitațional). Ele au o structură masivă, cu suprafețe articulare întinse, generatoare de presiuni sub pragul de uzură a țesutului cartilaginos hialin.

A. Articulația șoldului

Articulația șoldului este situată la joncțiunea dintre trunchi și membrul inferior liber, care participă și asigură în condiții optime ortostatismul și locomoția.

Suprafețele articulare sunt reprezentate de cavitatea acetabulară și capul femural care formează împreună o articulație sferoidală dotată cu o stabilitate intrinsecă ce rezultă din planul de construcție al articulatiei, combinată cu o mobilitate remarcabilă.

<u>**Acetabulul**</u> este situat în partea laterală și inferioară a osului coxal la îmbinarea ilionului cu ischionul, și el prezintă o semisferă cu concavitatea caudal, cu circumferința ascuțită numită <u>*sprânceana acetabulară*</u>.

<u>**Capul femural**</u> reprezintă epifiza proximală a femurului, acesta participă la formarea articulației șoldului fiind acoperit de cartilaj și acetabul și are forma a 2/3 de sferă.

B. Articulația genunchiului

Ea are o structură biarticulară care include în același compartiment anatomic și articulația tibiofemurală și patelofemurală.

C. Articulația gleznei și a piciorului

Glezna este reprezentată în principal de articulația tibio-talară, talusul fiind un os component al tarsului, care la rândul lui se articulează și cu calcaneul. Glezna face de fapt legătura între gambă și picior.

Piciorul reprezintă – după coapsă și gambă – a treia pârghie principală a membrului inferior, structurată și adaptată funcțiilor ce-i revin. Articulațiile piciorului sunt reprezentate de articulațiile între oasele tarsului, articulații tarso-metatarsiene, metatarso-falangiene și interfalangiene.

XVI.2. TEHNICI DE EXPLORARE A MEMBRULUI INFERIOR

XVI.2.1. Examenul radiologic convențional

Radiografiile constituie în investigarea scheletului un mijloc esențial care permite studierea macrostructurii, formei, dimensiunilor și poziției segmentului osos examinat.

Efectuarea oricărei radiografii osoase trebuie să fie precedată de obținerea principalelor elemente privind anamneza, tabloul clinic al suferinței actuale precum și diagnosticul clinic prezumtiv.

Alegerea elementelor electrice pentru efectuarea radiografiei osoase are în vedere următorii factori:

- calitatea radiaţiilor, adică penetrabilitatea acestora, care este în funcţie de tensiunea aplicată la bornele tubului radiogen, adică depinde de KV (kilovoltaj).
- distanţa de la focarul tubului radiogen până la film, între care se află segmentul osos de examinat, ţinând cont că intensitatea fasciculului de raze X scade cu pătratul distanţei, urmare a proiecţiei conice a fasciculului incident.
- cantitatea totală de radiaţii primită de ţesutul examinat, care este reprezentată de produsul dintre intensitatea fasciculului (mA), şi timpul de expunere (s), adică de miliamperi secundă .
- folosirea sau nu a grilei antidifuzoare, grilele se folosesc în executarea radiografiilor pentru regiuni de dimensiuni şi densitate mare, anihilând astfel efectul radiaţiilor secundare.
- în cazul în care segmentul osos se află în aparat gipsat, se lucrează cu tensiune (kV) mai ridicată cu 8 - 10kV.

În ceea ce priveşte executarea corectă a unei radiografii osoase trebuie îndeplinite patru condiţii şi anume:

1. regim de raze corect
2. efectuarea a minim două incidenţe pentru acelaşi segment osos, de principiu în incidenţe perpendiculare
3. încadrare şi poziţionare corectă a regiunilor de interes, cu prinderea în câmpul radiografic cel puţin a unei articulaţii
4. explorare bilaterală a regiunilor simetrice.

1. Radiografia bazinului

1.1. Radiografia bazinului de ansamblu (fig. 83 a, b)

Poziţionare: pacientul în decubit dorsal cu membrele superioare pe lângă corp, membrele inferioare în extensie, călcâiele distanţate la 10 cm şi cele două haluce în contact, planul frontal paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la jumătatea distanţei dintre ombilic şi simfiza pubiană.

Film 30/40 pe lat, marginea lui superioară depăşeşte cu 3 cm crestele iliace.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanţa focus-film: 1 m.



Figura 83 a. Poziţionare



Figura 83 b. Radiografie bazin

1.2. Radiografia osului iliac de profil

Poziţionare: pacientul în decubit lateral cu bazinul înclinat anterior la 45°. Membrul inferior din partea de radiografiat în extensie, membrul inferior de partea opusă flectat, cu genunchiul pe un sac de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la 2 cm posterior de extremitatea superioară a plicii interfesiere.

Film 24/30 pe lung, marginea lui superioară depăşeşte cu 3 cm creasta iliacă, marginea posterioară depăşeşte cu 3 cm planul fesei.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanţa focus-film: 1 m.

1.3. Radiografia pubisului (fig. 84)

Poziţionare: pacientul în decubit ventral, pubisul pe casetă, gambele flectate, sprijinite pe saci de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră prin regiunea superioară a plicii interfesiere şi iese prin marginea superioara a pubisului.

Film 18/24 pe lat, pelvisul în centrul casetei.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanţa focus-film: 75 cm.



Figura 84. Radiografie pubis

1.4. Radiografia articulațiilor sacroiliace bilaterală (fig. 85)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, gambele drepte.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă intră la jumătatea distanței între creasta iliacă și coccis.

Film 24/30 pe lat.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.



Figura 85. Radiografie articulații sacroiliace bilateral

Trebuie menționat că radiografia osului iliac de profil, radiografia de pubis, radiografia articulațiilor sacroiliace, odată cu apariția CT-ului și IRM-ului, sunt depășite din punct de vedere tehnic și a informațiilor pe care le oferă.

2. Radiografia articulației coxo-femurale

2.1. Radiografia articulației coxo-femurale de față bilateral

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, cu membrele inferioare în extensie, ușoară abducție și rotație internă de 20°. Calcaneele la distanță de 10 cm unul de celălalt, degetele mari în contact. Spinele iliace antero-superioare în același plan paralel cu caseta.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, pătrunde la 4cm superior de marginea superioară a pubisului.

Film 30/40 pe lat, marginea superioară depășește cu 2 cm crestele iliace.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1m.

2.2. Radiografia articulației coxo-femurale de față unilateral (fig. 86 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, membrele inferioare în extensie, calcaneele la distanță de 10 cm, degetele mari în contact.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, trece la 2 laturi de deget sub mijlocul liniei dintre spina iliacă antero-superioară și pubis.

Film 24/30 pe lung, marginea superioară depășește cu 1 cm spina iliacă antero-superioară, marginea laterală depășește cu 2 cm părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 1 m.

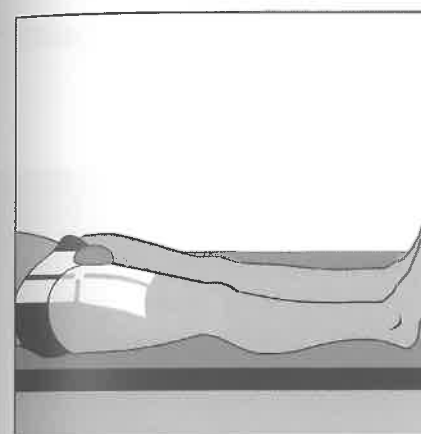


Figura 86 a. Poziționare



Figura 86 b. Radiografie șold față

2.3. Radiografia articulației coxo-femurale de profil (fig. 87 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, ușor aplecat anterior. Coapsa din partea examinată în flexie ușoară, coapsa opusă mult flectată cu genunchiul pe un sac de nisip.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, intră prin regiunea fesieră și iese prin marele trohanter (de partea examinată).

Film 24/30 în lung, marginea superioară depășește creasta iliacă cu 2cm, marginea posterioară depășește părțile moi cu 2 cm.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75 cm.

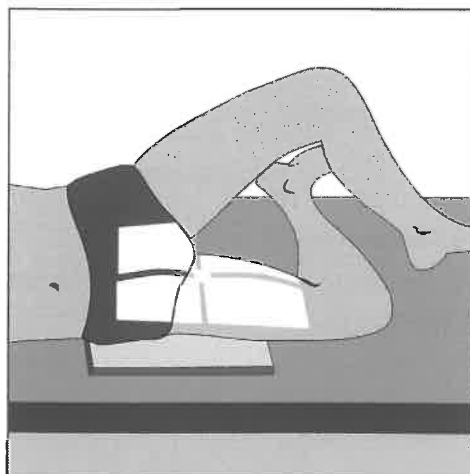


Figura 87 a. Poziționare



Figura 87 b. Radiografie șold profil

3. Radiografia femurului

3.1. Radiografia femurului de față (fig. 88 a, b)

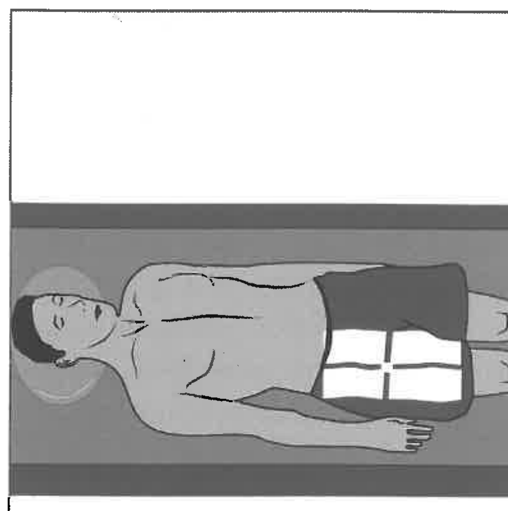
Poziționare: pacientul în decubit dorsal, genunchii alipiți cu membrele inferioare în extensie.

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, pătrunde în mijlocul casetei.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la 3 cm superior de marele trohanter, marginile internă și externă, la distanțe egale de părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75-100 cm.



Figuri 88 a. Poziționare



Figura 88 b. Radiografie femur de față

3.2. Radiografia femurului de profil (fig. 89 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, gamba de partea de radiografiat ușor flectată, genunchiul lipit de casetă, genunchiul opus în flexie, trecut înaintea membrului ce trebuie radiografiat (sau trecut posterior, sprijinit pe saci de nisip).

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră prin jumătatea feței interne a coapsei.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la 3 cm superior de marele trohanter, marginile anterioară și posterioară la distanțe egale de părțile moi.

Grila antidifuzoare prezentă.

Distanța focus-film: 75-100 cm.

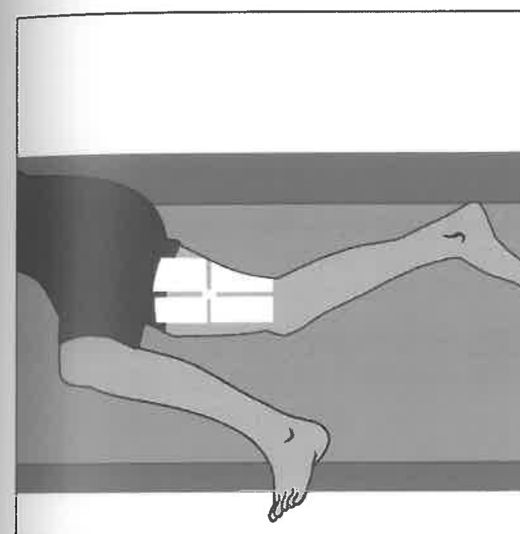


Figura 89 a. Poziționare



Figura 89 b. Radiografie femur de profil

4. Radiografia genunchiului

4.1. Radiografia genunchiului de față unilateral (fig. 90 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, piciorul perpendicular pe masă, gamba în extensie.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, la 2 cm sub rotulă.

Film 18/24 pe lung, marginea superioară la 5 cm deasupra rotulei. Marginile internă și externă la distanțe egale de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

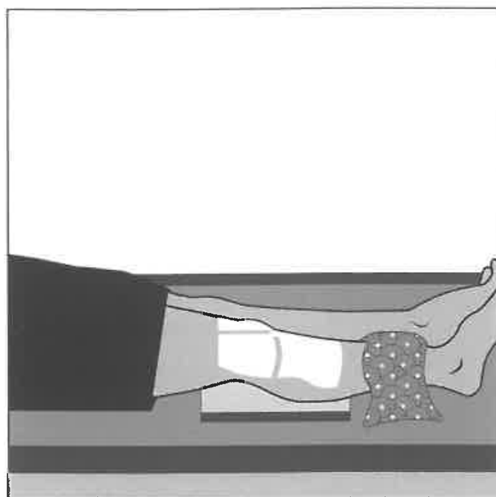


Figura 90 a. Poziţionare



Figura 90 b. Radiografie genunchi faţă unilateral

4.2. Radiografia genunchiului de faţă bilateral

Poziţionare: pacientul în decubit dorsal, cu genunchii în extensie, piciorul perpendicular pe masă, genunchii alipiţi, degetele mari alipite, maleolele interne aproape în contact.

Centrare: raza centrală perpendiculară trece prin mijlocul liniei care trece la 2 cm sub vârful rotulelor.

Film 30/40 pe lat.

Distanţa focus-film: 1 m.

4.3. Radiografia genunchiului de profil (fig. 91 a, b)

Poziţionare: pacientul în decubit lateral, genunchiul de radiografiat, uşor flectat plasat pe casetă cu faţa laterală, membrul opus în flexie accentuată şi dus înaintea genunchiului examinat (sau dus posterior).

Centrare: raza centrală verticală perpendiculară pe casetă, intră prin regiunea anterioară a spaţiului articular.

Film 18/24 în lung, marginea superioară depăşeşte cu 5 cm rotula, marginea anterioară la 2 cm de faţa anterioară a rotulei.

Distanţa focus-film: 75 cm.

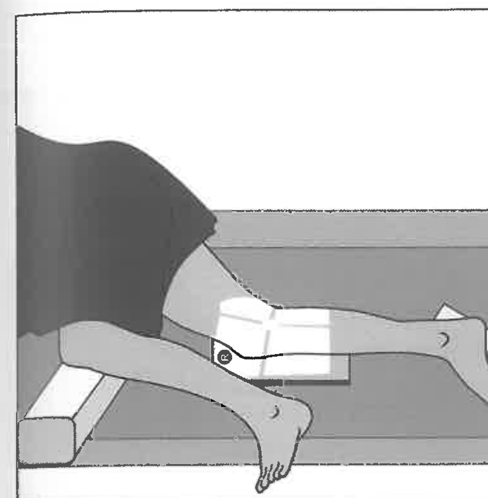


Figura 91 a. Poziţionare



Figura 91 b. Radiografie genunchi Profil

5. Radiografia rotulei

5.1. Radiografia rotulei de faţă, incidenţă postero-anterioară (Didiee)

Poziţionare: pacientul în decubit ventral, cu rotula în contact cu caseta, gamba ridicată şi spijinită pe saci cu nisip, degajând rotula de condilii femurali.

Centrare: raza centrală înclinată cranio-caudal 30° vizează rotula.

Film 18/24 pe lung.

Distanţa focus-film: 75 cm.

5.2. Radiografia rotulei de profil (fig. 92)

Poziţionare: pacientul în decubit lateral, genunchiul de radiografiat semiflectat se sprijină cu faţa externă pe casetă. Membrul sănătos, flectat şi dus înaintea genunchiului de radiografiat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, vizează rotula.

Film 18/24 pe lung, marginea superioară a casetei depăşeşte cu 5 cm rotula. Rotula în centrul casetei.

Distanţa focus-film: 75 cm.



Figura 92. Radiografie rotulă profil

5.3. Radiografia rotulei incidență oblică postero-anterioară

Poziționare: pacientul în decubit ventral, genunchiul flectat, în ușoară rotație internă. Călcâiul rotat înăuntru. Rotula se sprijină prin jumătatea medială.

Centrare: raza centrală verticală, perpendiculară pe casetă, vizează rotula.

Film 18/24 pe lung, rotula în centrul casetei.

Distanța focus-film: 75 cm.

5.4. Radiografia rotulei incidență axială (fig. 93 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit ventral, gamba în flexie forțată pe coapsă și bine imobilizată.

Centrare: raza centrală înclinată oblic caudo-cranial vizează vârful rotulei în axa sa.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus-film: 75 cm.

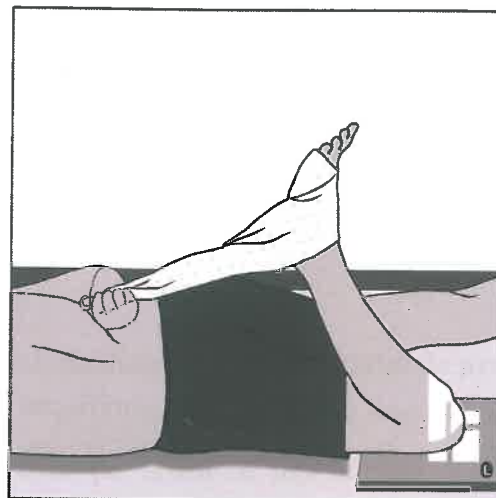


Figura 93 a. Poziționare



Figura 93 b. Radiografie axială de rotulă

6. Radiografia gambei

6.1. Radiografia gambei de față (fig. 94 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, membrul inferior în extensie, vârful picioarelor rotat intern.

Centrare: raza centrală perpendiculară, la jumătatea gambei la 1 cm medial de tibie.

Film 15/40 în lung, marginea superioară la nivelul condilului femural, marginile externă și internă la distanță egală de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

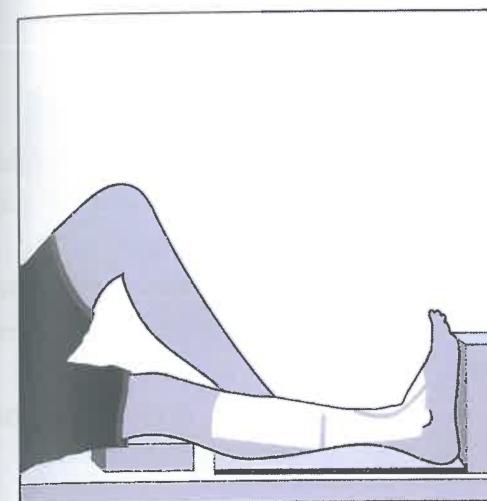


Figura 94 a. Poziționare



Figura 94 b. Radiografie gambă față

6.2. Radiografia gambei de profil (fig. 95 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, gamba pe casetă, prin fața laterală. Membrul inferior sănătos în flexie adus anterior sau posterior.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe mijlocul marginii posterioare a tibiei.

Film 15/40 pe lung, marginea superioară la nivelul condilului femural, marginile anterioară și posterioară la distanță egală de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

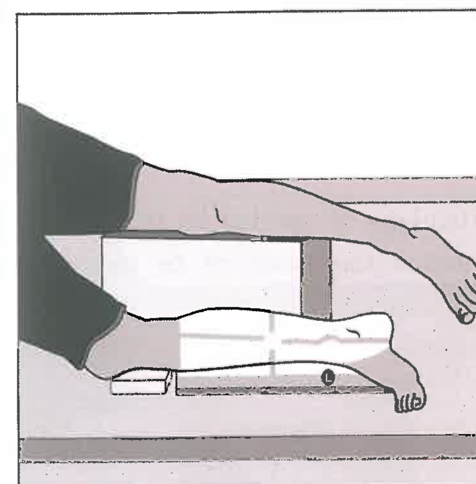


Figura 95 a. Poziționare



Figura 95 b. Radiografie gambă profil

7. Radiografia articulației tibio-tarsiene (gleznă)

7.1. Radiografia articulației tibio-tarsiene de față (fig.96 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, gamba în extensie, planta se sprijină pe un sac de nisip sau suport, formând cu gamba un unghi obtuz (flexia plantară), piciorul în rotație internă (al 4-lea deget perpendicular pe casetă).

Centrare: raza centrală perpendiculară, sau dacă unghiul este puțin deschis raza e înclinată caudo-cranial din afară - înăuntru, perpendicular pe linia articulară tibio-tarsiană la 1cm deasupra vârfului maleolei interne.

Film 18/24 pe lung, marginea inferioară la 3cm sub calcaneu, marginile internă și externă la egală distanță de părțile moi.

Distanța focus-film: 75 cm.

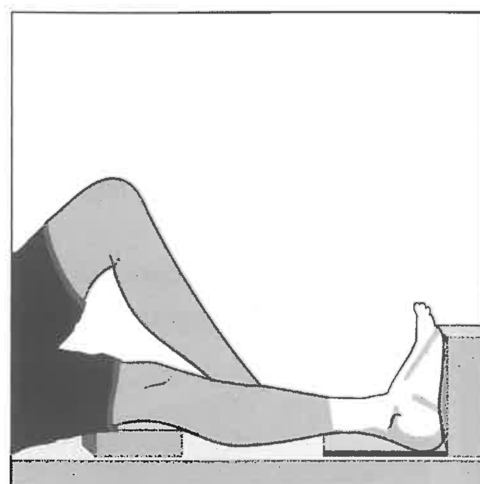


Figura 96 a. Poziționare



Figura 96 b. Radiografie gleznă de față

7.2. Radiografia articulației tibio-tarsiene de profil (fig. 97 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, articulația se sprijină cu fața laterală pe casetă, genunchiul sănătos în flexie adus anterior sau posterior de membrul de radiografiat.

Centrare: raza centrală perpendiculară pe casetă, intră la 1cm deasupra maleolei interne.

Film 18/24 în lung, articulația tibio-tarsiană în centrul filmului.

Distanța focus-film: 75 cm.

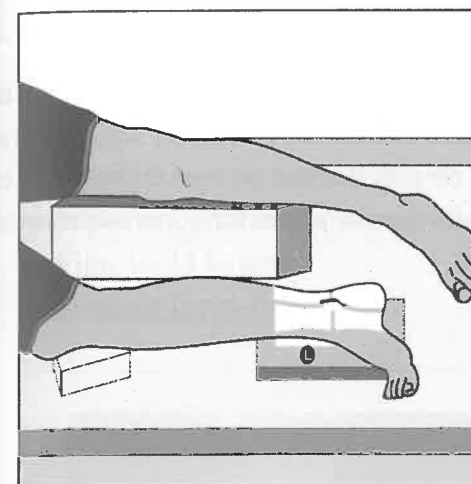


Figura 97 a. Poziționare



Figura 97 b. Radiografie gleznă profil

8. Radiografia plantei

8.1. Radiografia plantei de față (fig. 98 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, genunchiul în flexie, planta în centrul casetei.

Centrare: raza centrală înclinată caudo-cranial 10° intră prin extremitatea proximală a celui de-al II lea metatars (pentru radiografia tarsului) sau prin al II-lea spațiu interosos (pentru radiografia degetelor și metatarsienelor).

Film 18/24 pe lung, marginea inferioară la 2 cm de vârful degetelor.

Distanța focus-film: 75 cm.

Radiografia se poate realiza și cu pacientul în șezut pe scaun, cu caseta sub picior sau cu dispozitiv cuneiform Clark.



Figura 98 a. Poziționare



Figura 98 b. Radiografie antepicior față

8.2. Radiografia plantei de profil (fig. 99)

Poziționare: pacientul în decubit lateral, cu fața externă pe mijlocul casetei, genunchiul sănătos în flexie și adus înaintea membrului de explorat.

Centrare: raza centrală pentru antepicior perpendiculară pe casetă intră la 2 cm anterior și inferior de maleola internă. Pentru disocierea ultimelor 3 metatarsiene se recomandă incidența ușor oblică.

Film 18/24 pe lung.

Distanța focus-film: 75 cm.



Figura 99. Radiografie antepicior profil

9. Radiografia calcaneului

9.1. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială descendentă

Poziționare: pacientul în ortostatism, aplecat înainte, genunchii flectați, planta piciorului aplicată pe casetă. Pacientul se sprijină cu mâinile pe spătarul unui scaun. Se utilizează dispozitiv Clark.

Centrare: raza centrală înclinată postero-anterior 20° cu verticala, intră la un lat de deget deasupra tuberozității calcaneului la inserția tendonului ahilian.

Film 18/24 pe lung, marginea posterioară la 2cm de calcaneu (bilateral 24/30).

Distanța focus-film: 75 cm.

9.2. Radiografia calcaneului în incidență retrotibială ascendentă (fig.100 a, b)

Poziționare: pacientul în decubit dorsal, gamba în extensie, picior menținut în flexie maximă pe gambă cu ajutorul unei benzi care traversează antepiciorul.

Centrare: raza centrală oblică, înclinată caudo-cranial, 35° față de verticală, intră prin planta piciorului puțin sub mijlocul ei.

Film 18/24 în lung.

Distanța focus-film: 75 cm.

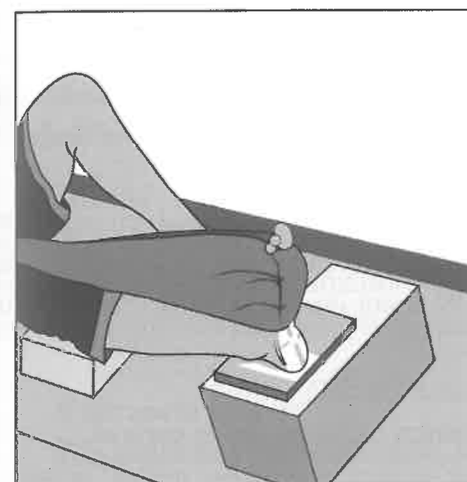


Figura 100 a. Poziționare



Figura 100 b. Radiografie axială calcaneu

XVI.2.2. Examenul computertomografic (CT) a membrului inferior

Membrul inferior la CT se explorează la fel ca la examenul radiologic convențional și anume pe segmente și nu în totalitate, având în vedere că fiecare segment are anatomic o poziție proprie.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal sau ventral în funcție de segmentul de interes, astfel încât planul mediosagital al segmentului de interes să fie perfect perpendicular pe masa echipamentului. Poziționarea segmentului de examinat se face în limita posibilităților identic ca la radiologie.

Centrare: încrucișarea razelor de ghidaj să se afle în centrul segmentului de interes.

Topograma: se realizează o topogramă frontală sau laterală.

Scanare: de la nivelul articulației proximale până la nivelul articulației distale a segmentului de interes, sau doar a articulației propriu zise, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Planul de achiziție este perpendicular pe segmentul de interes, pe cât este posibil anatomic.

Achiziția: se poate face secvențial sau spiral, în plan axial.

Ferestre de achiziție: sunt cel puțin două, una pentru os și una pentru părțile moi.

Reconstrucții: posibile în celelalte două planuri sagital și coronal 2D, precum și 3D

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depinde de regiunea examinată.

XVI.2.3. Examenul prin rezonanță magnetică (IRM) a membrului inferior

Explorarea IRM a structurilor membrului superior aduce informații amănunțite în ceea ce privește structurile anatomice, tipul de leziune. Dezavantajul major în constituie prețul de cost ridicat, precum și timpul lung de achiziție.

Poziționare: pacientul se poziționează pe masă în decubit dorsal, cu segmentul de interes poziționat într-o antenă specială, sau după caz în antena de suprafață, fiind fixat prin dispozitivele din dotarea aparatului. Pe toată durata investigației pacientul trebuie să stea nemișcat.

Centrare: se face la nivelul indicat de antena specială

Localizatorul: se realizează în cele trei planuri axial, sagital și coronal.

Scanare: a segmentului de interes, inițial se face o achiziție nativă, urmată la indicația medicului radiolog de administrare de substanță de contrast. Administrarea de substanță de contrast se poate efectua manual sau folosind injectomatul.

Este obligatoriu ca achiziția să cuprindă toate cele trei planuri (axial, sagital și coronal), precum și secvențele de bază.

Reconstrucții: posibile 3D.

FOV-ul și grosimea secțiunilor: depind de regiunea examinată.

Capitol XVII

TEHNICI RADIOIMAGISTICE DE EXPLORARE A SÂNULUI

Iulia Alecsandra Sălcianu

XVII.1. Noțiuni de radioanatomie a sânului

Glanda mamară este un organ pereche și simetric, anexat aparatului reproductiv și destinat secreției lactate. Sânul este o structură complexă ce cuprinde țesut glandular (glandă mamară) și țesut celulo-adipos dispus între lobii și lobulii glandulari, împreună cu vasele sangvine și limfatice și nervii.

Cadranele sânului

Din punct de vedere anatomic, sânul a fost împărțit în cinci cadrane:

- linia medioclaviculară împreună cu orizontala care trece prin mamelon determină patru cadrane: inferointern, inferoextern, superoextern și superointern;

- o linie circulară situată la 1 cm de marginea areolei delimitează cadranul central.

Dezvoltarea glandei mamare

Glanda mamară este un organ derivat din ectoderm (creasta mamară), fiind similară la ambele sexe, la naștere structura fiind identică la bărbați și la femei.

În primul trimestru, creasta mamară dă naștere la primordiile mamare, reprezentate de 15-20 de cordoane epiteliale. În al doilea trimestru, cordoanele capătă lumene (ducte) și prezintă două straturi celulare. În ultimul trimestru, ductele se ramifică. La naștere se observă o ectazie ductală neonatală și vacuolizarea celulelor epiteliale (fenomen datorat hormonilor materni). Totodată, se produce proliferarea mezenchimului, cu elevarea mamelonului.

Dezvoltarea în perioada copilăriei și adolescenței

În copilărie se produce o creștere izometrică. Aspectul histologic este similar la femeie și la bărbat. Sistemul ductal este rudimentar fără lobuli, cu țesut conjunctiv dens.

La pubertate la bărbat persistă aspectul din perioada prepubertară, iar la femeie se produce creşterea allometrică. Aceasta presupune extinderea spre periferie a sistemului canalicular si astfel iau naştere lobuli adevăraţi. Ţesutul gras se acumulează în reţeaua interlobară, iar areola şi mamelonul iau aspectul definitiv.

Dezvoltarea normală a sânului

La nou născut datorită crizei genitale (prin scăderea hormonilor placentari) se produce o secreţie lactată tranzitorie. Până la pubertate sânul are o perioadă de „linişte".

La pubertate, dezvoltarea sânului este anterioară apariţiei menarhei şi se defineşte prin stadiile Tanner:

- infantil,
- ridicarea mamelonului şi lărgirea areolei,
- creşterea sânului, areola fiind în acelaşi plan cu sânul,
- sânul are aspect piriform, areola este proeminentă, şanţul mamar inferior este bine vizibil, areola este situată în planul sânului.

Elemente de anatomie descriptivă a glandei mamare la femeie

Tegumentul nu are aceleaşi caracteristici peste tot, fiind mai gros la periferia glandei şi la polul inferior (şanţul inframamar).

Ţesutul glandular, histologic este alcătuit din acini, grupaţi, formând unităţile de bază – lobulii, înconjurând ductele alveolare în care îşi golesc conţinutul (UDTL). Ductele alveolare drenează în ductele intralobulare, ansamblul de lobuli ce drenează acelaşi duct intralobular formând un lobul mamar. Ductele lactofore (un duct pentru fiecare lob) converg spre mamelon, la nivelul căruia se deschid prin orificiile lactofore.

Ţesutul adipos – originea embriologică ectodermală face ca ţesutul glandular să fie amestecat cu ţesutul adipos subcutanat, în cantităţi variabile.

Ţesutul conjunctiv determină apariţia unor septuri fibroase subţiri, ce separă lobii şi lobulii. Acesta trimite extensii, terminându-se la nivelul dermului şi formând ligamentele lui Cooper, care constituie *sistemul de susţinere*, împreună cu tegumentul.

Areola mamară are o suprafaţă neregulată, presărată cu tuberculii Morgagni. Suprafaţa *mamelonului* este neregulată datorită orificiilor de deschidere ale celor 15-20 ducte lactofore.

Musculatura cu care vine în raport sânul este reprezentată de muşchii pectoral mare, mare dinţat, muşchiul oblic extern şi fascia muschiului drept abdominal.

Vascularizaţia arterială este reprezentată de trei plexuri vasculare: subdermal, preglandular şi retroglandular (conectate printr-un sistem anastomotic intraglandular),

iar *vascularizaţia venoasă* a regiunii mamare se face prin două plexuri, superficial şi profund (anstomozate prin sistemul intraglandular şi periferic). Modelul *sistemului limfatic* al sânului poate fi suprapus pe cel al sistemului arterial.

Inervaţia sânului este asigurată de nervii cutanaţi (prelungirile ramurii supraclaviculare din plexul cervical superficial) şi nervii cutaneo-glandulari (omologii plexului arterial, derivaţi din ramurile perforante ale nervilor intercostali).

Elemente de anatomie descriptivă a glandei mamare la bărbat

Sânul masculin normal are un contur realizat de muşchi, grăsime şi piele. Excesul de grăsime sau al glandei, mai ales de-a lungul regiunii inferioare, poate determina apariţia unui contur feminin al sânului. Poate exista ţesut glandular care poate varia cantitativ.

Sânul masculin este o structură rudimentară, care nu are scop funcţional, fiind asemănător cu sânul pubertar al femeii. El constă dintr-o stromă fibro-adipoasă cu numeroase fibre musculare netede dezorganizate. Sânul la bărbat ar trebui să constea în principal din muşchiul pectoral cu o cantitate minimă de ţesut adipos şi glandular.

Structura de bază a sânului masculin diferă de cea la femei prin cantitatea şi calitatea ţesutului glandular. De obicei, sânul la bărbat conţine mici cantităţi de ţesut glandular care sunt dispuse sub complexul areola-mamelon.

La fel ca cel feminin, sânul masculin are un mamelon precum şi o areolă, dar lipsesc glandele mamare şi conductele necesare pentru a produce lapte. Ductele, distal, nu se ramifică şi nu există acini (ULDT; lobuli), iar proximal nu prezintă sinus lactifer.

XVII.2. Mamografia diagnostică

Mamografia rămâne cea mai utilă metodă de diagnostic în afecţiunile mamare în general şi în cancerul de sân în special. Este cotată cu o sensibilitate de 80-90%, dar cu o specificitate relativ mică de numai 20%.

Mamografia oferă imagini detaliate ale structurilor interne ale glandei mamare, fiind efectuată fie în scop diagnostic, fie în cadrul programelor de screening, pemiţând o detecţie cât mai precoce a cancerului de sân.

Beneficiile screeningului cu ajutorul mamografiei depăşesc riscurile de orice fel datorate iradierii. Ultimile studii au arătat că iradierea necesară pentru efectuerea unei mamografii este mai mică decât iradierea naturală.

Folosirea unei doze scăzute îi permite medicului radiolog să repete mamografia o dată pe an începând cu vârsta de 40-50 ani. O mamografie poate fi indicată unei femei care are antecedente personale sau familiale de cancer la sân sau la alte organe, în funcţie de vârsta ei.

Acele paciente care nu sunt la menopauză trebuie să se asigure ca nu sunt însarcinate înainte de efectuarea mamografiei, datorită riscului potențial al expunerii.

Pentru femeile care au implant mamar există un risc extrem de scăzut ca presiunea exercitată în timpul procedurii să cauzeze o ruptură sau o herniere a protezei. Dacă acest eveniment se întamplă poate fi necesară o intervenție chirurgicală pentru a îndepărta implantul. Pentru femeile cu implant de sân, abilitatea unei mamografii de a detecta anomaliile scade de la 92% la 33%, deoarece conținutul protezei obturează vizualizarea optimă a țesutului glandular mamar, la fel ca și țesutul cicatricial ce se formează în jurul implantului.

Mamografia poate detecta peste 85% din tumorile sânului și rezultatele sunt mai bune dacă screeningul este corelat cu examinarea fizică. Este evident că examenul screening la femeile de peste 50 de ani reduce numărul de decese datorate cancerului de sân. Oricum, la femeile mai tinere de 50 de ani, examenul screening al sânului cu raze X oferă beneficii minime sau deloc.

Conform Societății Americane pentru Cancer femeile după 20 de ani ar trebui să-și facă autoexaminarea sânilor lunar, iar cele cu vârste cuprinse între 20 și 40 de ani ar trebui să fie examinate de către un medic la fiecare 3 ani și anual după ce împlinesc 40 de ani.

Prima mamografie, de bază, se efectuează optim între 35-40 ani. În cazul femeilor cu vârste cuprinse între 40-49 ani, mamografia se efectuează la fiecare 1-2 ani, iar după 50 de ani, mamografia trebuie să se facă anual. Investigații mai frecvente trebuie să efectueze persoanele ce au un istoric personal sau familial de tumori mamare.

Țesutul mamar la femeile mai tinere (cu vârstă mai mică de 30 de ani) tinde să fie mai dens, ceea ce face mai dificilă detectarea micilor modificări ce pot să apară pe mamografie. Aceste femei pot face examen screening pentru tumorile mamare cu ajutorul ecografiei o dată la fiecare 2-3 ani.

Mamografia se efectuează cu un aparat radiologic special numit mamograf, iar pentru a obține o expunere optimă este necesară comprimarea sânului. Procesarea și developarea filmului sunt riguros controlate pentru a obține o imagine de cea mai bună calitate.

Mamografia nu este dureroasă. Unele femei pot avea un ușor disconfort momentan dar numai pe parcursul presării sânului de către aparat, procedeu necesar pentru a obține o imagine clară și precisă.

Mamografiile sunt folosite pentru a diagnostica modificările sau anomaliile de structură detectate prin autoexaminarea sânilor sau prin examen clinic și necesită adesea mai mult de două expuneri, fiind folosite ca screening pentru a detecta cancerul incipient, nesuspectat.

XVII.3. Principalele incidențe ale mamografiei

Poziționarea sânului este un factor cheie care influențează calitatea mamografiei. O atenție deosebită în timpul poziționării pacientului poate elimina cele mai multe artefacte mamografice și crește performanța de interpretare a mamografiei. Poziționarea optimă maximizează cantitatea de țesut mamar vizualizat pe clișeul mamografic. Rotirea corectă și adecvată a capului pacientului pentru incidența de față și ridicarea brațului pacientului pentru incidența oblică sunt foarte importante.

În timpul mamografiei, în mai multe cazuri pacientele sunt poziționate în mod necorespunzător și se obțin rezultate neconcludente. Leziunea poate fi identificată numai pe o singură incidență. Deci, adaptarea mamografiei la nevoile specifice ale pacientului este foarte importantă.

Un alt factor important care afectează calitatea imaginii este compresia sânului în timpul efectuării mamografiei. O compresie adecvată separă structuri suprapuse și este de asemenea utilă în diferențierea dintre o leziune și o structură normală suprapuse. Acesta îmbunătățește calitatea și detaliile unei patologii discutabile.

Eșecurile în poziționarea optimă și a compresiei corespunzătoare sunt dependente de operator. Ele pot fi evitate.

Incidențe de bază

Incidența cranio-caudală (incidența de față) (fig. 101)

Incidența de față (CC) ar trebui, în mod ideal, să cuprindă o cantitate de țesut mamar maxim, cu spațiul retroglandular și mușchiul pectoral vizibil. De asemenea, se poate vizualiza grăsimea retroglandulară, adiacentă mușchiului pectoral, ca o bandă radiotransparentă, pielea nefiind vizibilă fără spot luminos.

Pe un film mamografic în incidența de față mamelonul ar trebui să fie în profil, în afara sânului (nu trebuie să fie îndreptat spre lateral sau medial), iar distanța muschi pectoral – mamelon trebuie să aibă o diferență de cel mult 1cm față de aceeași măsurătoare pe incidența oblică corespunzatoare aceluiași sân.

Pentru incidența CC, poziționarea pacientului se face în așa fel încât mamelonul se află aproximativ în mijlocul detectorului. Detectorul trebuie reglat în funcție de conformația pacientului. În cazul în care este coborât, sânul se va lasa în jos, iar mamelonul va rula inferior. De asemenea, vor fi formate pliuri ale pielii. În cazul în care este plasat prea sus, o porțiune considerabilă a sânului ar fi ratată.

Pacientul este rugat să se aplece în față, spre aparat, pentru a aduce mai aproape sânul de detector. Acest lucru are ca rezultat întinderea sânului și includerea porțiunii sale posterioare în mamografie. Partea inferioară a sânului trebuie sprijinită

şi trasă în sus, astfel partea profundă, precum şi cea inferioară a sânului să fie incluse pe clişeul în incidenţă de faţă.

Umărul, de partea care este examinată, este împins inferior pentru a relaxa muşchiul pectoral, astfel încât pe clişeul mamografic să fie inclus şi ţesutul mamar din cadranele externe.

Vizualizarea muşchiului pectoral pe incidenţa de faţă înseamnă de fapt că nicio porţiune de ţesut mamar de-a lungul peretelui toracic nu a fost exclusă.

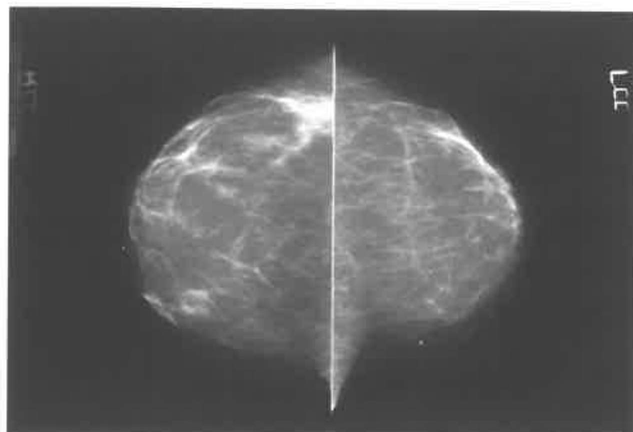


Figura 101. Incidenţă de faţă ambii sâni

Incidenţa medio-laterală oblică (MLO) (fig. 102)

Această poziţionare permite vizualizarea cvasitotală a glandei mamare.

Pe incidenţa oblică, sânul ar trebui să fie scos cu mamelonul în profil, proiectat în afara sânului. Şi această poziţionare permite vizualizarea grăsimii retroglandulare, precum şi pliul submamar.

Incidenţa oblică ar trebui să evidenţieze de asemenea axila şi prelungirea axilară a glandei mamare.

Marginea muşchiului pectoral trebuie să fie bine vizualizată. Marginea anterioară a muşchiului este concavă spre exterior (semn că muşchiul este relaxat). Marginea inferioară a sa ar trebui să fie la nivelul liniei mamelon – muşchi pectoral sau mai jos şi distanţa muşchi pectoral – mamelon trebuie să aibă o diferenţă de cel mult 1cm faţă de aceeaşi măsurătoare pe incidenţa de faţă. În incidenţa MLO, muşchiul pectoral trebuie identificat oblic dinspre cranial spre caudal. Atunci când ambii sâni sunt examinaţi ca imagini „în oglindă" în incidenţă oblică, muşchii pectorali ar trebui să se întâlnească pe linia mediană şi să formeze un "V".

În timpul efectuării incidenţei MLO, pacientul trebuie să se aplece spre aparat pentru a permite o vizualizare maximă a ţesutului mamar. Braţul aparatului mamografic este rotit la 45°, cu scopul de a cuprinde maximum de ţesut mamar şi muşchiul

pectoral. Uneori, unghiul este individualizat pentru fiecare sân (± 10°). Pacientul este rugat să se relaxeze şi se face un efort pentru a include maximum de ţesut mamar, inclusiv axila, prelungirea axilară a glandei mamare, şi/sau spaţiul retromamar. Este important ca compresia să fie aplicată pe întreaga suprafaţă a sânului cuprinsă pe imaginea mamografică.

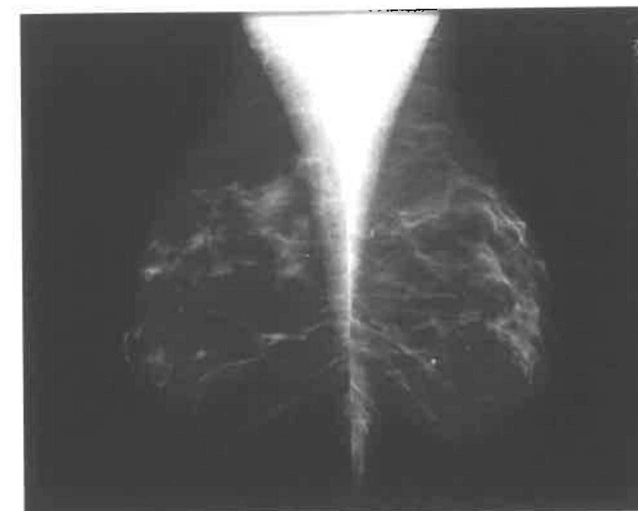


Figura 102. Incidenţa oblică ambii sâni

Incidenţa latero-laterală (profil)

În această incidenţă, vizualizarea muşchiului pectoral este variabilă în funcţie de tipul de profil, intern sau extern şi este identificat ca o bandă radio-opacă, pe cel puţin jumătate din imagine.

Se poate vizualiza pliul submamar, fără superpoziţie. De asemenea, într-o poziţionare corect efectuată, mamelonul este proiectat în afara sânului.

Incidenţa medio-laterală (ML) este efectuată din centrul toracelui spre exterior. În cazul în care nu se face o incidenţă oblică, poziţia medio-laterală poate fi preferată incidenţei latero-mediale, deoarece cadranele externe ale sânului sunt cel mai frecvent interesate de procesele patologice.

Incidenţe complementare

- Clişeul centrat (compresie ţintită – „spot compresion") foloseşte un compresor de dimensiuni reduse care diminuează suprapunerea tisulară şi/sau lezională.
- Clişeul mărit este util pentru caracterizarea focarelor de microcalcificări, folosind focarul mic al tubului
- Clişee cu modificarea orientării fascicolului de raze X sau a proiecţiei glandei
- Tehnici particulare (perete, tangenţiale, proteze etc).

Singura incidență pe care apare glanda mamară în cvasitotalitate este incidența oblică (muschiul pectoral bine tras). Pe celelalte incidențe nu este posibilă cuprinderea întregii glande.

XVII.4. Alte tipuri de examinări mamografice

4.1. Mamografia stereotaxică

Aceasta tehnică permite, după o anestezie locală, inserarea unui dispozitiv metalic cu un mic cârlig la capătul lui, într-un nodul de la nivelul glandei mamare care nu poate fi palpat. Acel dispozitiv va ghida ulterior chirurgul în timpul operației de îndepărtare completă a tumorii și a țesutului sănătos din jur.

După operatie se va face o nouă expunere a sânului pentru a asigura că toate țesuturile suspecte au fost îndepărtate.

4.2. Galactografia

Galactografia (ductografia) este un examen radiologic ce permite vizualizarea canalelor galactofore ale glandei mamare.

Aceasta este indicată în cazul unei secreții mamelonare unilaterale anormale și la care rezultatul mamografiei este normal. Prin această tehnică este evaluat un singur canal galactofor. Investigația este indicată tuturor pacientelor la care se suspicionează o tumora intraductală, adică localizată în interiorul unui canal lactifer, aceasta putând fi benignă sau malignă.

Examenul constă în injectarea cu ajutorul unui mandren, în porul respectiv, a unui produs de contrast radio-opac înainte de a efectua un cliseu mamografic. Acest examen nu este dureros și nu necesită nici spitalizare, nici anestezie. Uzual, se efectuează două incindețe standard după injectarea substanței de contrast.

Ductografia presupune într-o primă etapă detectarea canalului galactofor anormal. Pacienta este rugată sa exprime mamelonul și, în condiții de asepsie și sub magnificație, este evidențiat canalul galactofor anormal. În etapa a doua are loc cateterizarea canalului galactofor anormal. Odată ce canalul galactofor anormal a fost detectat, se introduce o canulă foarte subțire în interiorul acestuia. Etapa a treia presupune injectarea substanței de contrast. Se injectează aproximativ 1-2 ml de substanță de contrast radio-opacă. Cu toate că, în majoritatea cazurilor este injectată o substanță radio-opacă, se poate injecta și albastru de metil care este indicat pacientelor la care urmează să se intervină chirurgical, astfel în timpul operației se pot pune în evidență cu ușurință limitele tumorii. Următoarea etapă presupune efectuarea mamografiei în două incidențe standard în vederea obținerii ductogramei.

Ductografia este contraindicată pacientelor cu alergie documentată la substanța de contrast, pacientelor cu intervenții chirurgicale la nivelul mamelonului și areolei mamare, pacientelor cu scurgeri mamelonare bilaterale (cel mai frecvent este o consecință, cauza nefiind locală).

4.3. Pneumocistografia

Pneumocistografia constă în efectuarea unei mamografii după evacuarea unei leziuni chistice cu ajutorul unui ac fin de aspirațe și introducerea în chist a unei cantități de aer care muleaza peretele chistului evidențiind formațiuni parietale suspecte.

4.4. Mamografia digitală cu tomosinteză

Din cauza faptului că țesutul mamar este dens, are o structură complexă, fiind înconjurat și de multă grăsime, unele semne timpurii ale cancerului și unele tumori mici pot scăpa radiologului la mamografia tradițională. În acest sens, în 2011, a fost aprobată de către FDA (Food and Drugs Administration) mamografia digitală cu tomosinteză. Tehnica este disponibilă și în România.

Această tehnică folosește o tehnologie imagistică inovatoare, care realizează o imagine tridimensională a sânilor. Tomosinteza permite radiologului să identifice și să poată caracteriza structurile mamare individuale, evitând confuziile legate de țesutul suprapus. Precizia acestui tip de mamografie reduce riscul ca pacienta să facă biopsii sau intervenții chirurgicale inutile și probabilitatea reluarii investigațiilor.

De asemenea, mamografia 3D ofera o imagine mult mai detaliată a sânului față de mamografia clasica de tip 2D. În plus, acest lucru oferă avantajul de a scădea probabilitatea de a rechema pacienta pentru o mamografie repetată, scăzând astfel doza de radiații la care ar fi supusă și, deci, scăderea anxietății pacientei. Un alt avantaj al mamografiei tridimensionale îl presupune reducerea durerii prin aplicarea unei presiuni mai blânde asupra sânilor față de o mamografie obișnuită. Mamografia 3D cu tomosinteză este indicată tuturor tipurilor de sâni, dar este foarte utilă în cazul sânilor mari sau foarte denși, unde țesutul gras ar îngreuna vizualizarea corectă printr-o mamografie 2D. Mamografia 3D trasează cu acuratețe limitele tumorale și localizează tumora cu mai multă precizie într-o hartă tridimensională a sânului respectiv.

Mamografia cu tomosinteză se recomandă anual femeilor de peste 40 de ani sau celor cu risc crescut de cancer de sân.

Acest tip de mamografie folosește în mod obișnuit 2 fascicule de raze X, pentru fiecare sân, emise pe direcția verticală și cea orizontală. Sânul este așezat la fel că și în cazul unei mamografii obișnuite, dar presiunea exercitată asupra acestuia este foarte mică, doar atât cât să țină sânul într-o poziție stabilă în timpul procedurii. Tubul

de raze X se mişcă pe un arc de cerc în jurul sânului, producând un număr mare de imagini în doar câteva secunde. Informaţia este transmisă către un computer iar imaginile individuale sunt ulterior reconstruite într-o serie de imagini consecutive, de înaltă rezoluţie, în planuri paralele. Limita de separate a acestor imagini este de 1mm.

Studiile au arătat că adăugarea tomosintezei la mamografia digitală a imbunătăţit acurateţea diagnosticului şi a redus rata expunerilor ulterioare, iar în două incidenţe, a dublat performaţa diagnosticului reducând în acelaşi timp rata de reexaminare la intervale scurte.

Avantajele şi dezavantajele mamografiei

Mamografia permite vizualizarea structurilor mamare, având o rezoluţie spaţială foarte bună (identifică elementele fine ale arhitecturii sânului, precum şi microcalcificările). De asemenea, prezintă un contrast excelent, facând deosebirea între ţesutul glandular normal şi un carcinom.

Însa, rezultatele mamografiei depind foarte mult de calitatea tehnică, inclusiv poziţionare. Totodată, trebuie evitate artefactele, lucru posibil printr-o poziţionare corectă, o compresie adecvată a sânului, includerea pe clişeul mamografic a unei cantităţi cât mai mari de ţesut glandular şi marcarea corectă a filmului mamografic.

Deşi mamografiile nu au o acurateţe de 100%, controlul regulat cu ajutorul mamografiei reprezintă cea mai bună metodă radiologică de a descoperi cancerul de sân precoce, înainte de a apărea semne sau simptome evidente de cancer. Unele studii au arătat că mamografia poate reduce rata de deces prin cancerul de sân cu mai mult de o treime.

XVII.5. Ecografia mamară

Ecografia mamară reprezintă examinarea cu ultrasunete a sânilor. Aceasta nu este indicată ca tehnică de screening pentru masele oculte sau microcalcificarile din sân şi nu înlocuieşte mamografia.

Este metoda imagistică de primă intenţie la pacientele cu varsta sub 40 ani (pentru diagnosticul precoce şi monitorizarea afecţiunilor mamare), la femeile gravide sau la cele care alăptează. La femeile de peste 40 ani este folosită ca metodă complementară mamografiei (explorează sânii denşi mamografic, caracterizează suplimentar o masă descoperită mamografic, explorează sânii cu proteze mamare şi ghidează procedurile intervenţionale). De asemenea, este indicată femeilor ale caror rude de gradul I prezintă afecţiuni maligne ale sânului, chiar în absenţa unor modificări.

Se poate utiliza ca tehnică de ghidaj pentru drenaj, pentru a se recolta o biopsie sau pentru ghidaj pe parcursul intervenţiilor chirurgicale de la nivelul sânului.

Ecografia este o metodă neinvazivă, neiradiantă şi nedureroasă, fiind disponibilă pe scară largă, uşor de utilizat şi este mai puţin costisitoare decât alte metode imagistice. Ecografia oferă o imagine în timp real, ceea ce o transformă într-un instrument potrivit pentru ghidare în cadrul procedurilor minim invazive.

Poate fi folosită în condiţii de maximă siguranţă pentru copii şi femeile gravide şi poate fi repetată oricând.

Cu ajutorul ecografiei mamare se pot adăuga informaţii importante la rezultatele altor teste, cum ar fi mamografia sau IRM de sân.

Ecografia mamară cu sonoelastografie este o metodă complementară ecografiei ce măsoară elasticitatea unei leziuni comparativ cu ţesutul adiacent sănătos, ajutând astfel la diferenţierea leziunilor benigne de cele maligne.

XVII.6. Imagistica prin rezonanţă magnetică a sânului

Imagistica prin rezonanţă magnetică pentru sân este o altă metodă imagistică neinvazivă care poate fi folosită în scopul examinării sânilor ca mijloc de diagnosticare adjuvant al procedurilor uzuale, respectiv mamografia şi ecografia mamară. Examinarea prin IRM a sânilor nu este metodă de primă intenţie în investigarea glandei mamare.

Cu ajutorul IRM se poate evalua, stadializa şi monitoriza cancerul de sân şi alte afecţiuni mamare nesesizabile prin metodele amintite anterior. Mai mult decât atât, şi-a dovedit utilitatea şi în depistarea precoce a cancerului de sân la femeile cu risc crescut, motiv pentru care această investigaţie este inclusă în protocoalele de screening.

Contraindicaţiile metodei sunt legate în primul rând de prezenţa unui stimulator cardiac (pacemaker), apoi în mod relativ de diferite proteze sau stenturi existente în organism.

XVII.7. Rolul asistentului de radiologie şi imagistică medicală

Culegerea de date ale pacientului este etapa iniţială şi reuneşte toate informaţiile necesare examinării mamografice. Aceasta presupune coroborarea datelor înscrise pe foaia de observaţie cu datele din documentele proprii de identificare (carte de identitate, buletin de identitate, paşaport, etc.), pe care le înregistrează în registrul de consultaţii cu datele necesare.

De asemenea, presupune identificarea problemelor de sănătate ale pacientului prin efectuarea unei anamneze complete, ce trebuie să cuprindă obligatoriu simptomele pacientului, istoricul personal şi hetedocolateral, precum şi un examen clinic minim. Aceste detalii vor fi însemnate în fişa de examinare a pacientului.

În cazul mamografiei, asistentul trebuie să-i explice pacientului în ce constă examinarea, inclusiv despre poziţionare şi compresia sânului. Acest lucru ajută, şi pacienţii sunt gata să se supună disconfortului de compresie a sânului şi să coopereze în timpul procedurii.

Înainte de efectuarea examenului mamografic, asistentul trebuie să supravegheze completarea şi semnarea consimţământului informat al pacientului.

Poziţionarea este dependentă de operator şi poate fi îmbunătăţită prin antrenament. Pregătirea pentru efectuarea mamografiei presupune de asemenea dezbrăcarea pacientului la nivelul toracelui, inclusiv îndepărtarea bijuteriilor sau a obiectelor de metal din jurul gâtului sau de pe torace.

În cadrul galactografiei, asistentul trebuie iniţial să pregatească substanţa de contrast şi celelalte materiale necesare procedurii. Pe tot parcursul examenului el trebuie să asiste medicul radiolog şi să supravegheze pacientul în timpul injectării. Prepararea substanţei de contrast se face conform indicaţiilor medicului radiolog, în condiţii de asepsie şi antisepsie. Medicul radiolog precizeaza cantitatea de contrast corespunzătoare examinării şi stării pacientului. Aceasta se prepară imediat anterior examinării mamografice, pentru fiecare pacient în parte.

În cazul pneumocistografiei, asistentul trebuie să pregătească iniţial câmpuri sterile, anestezicul local, soluţia dezinfectantă şi acul de injectare. Apoi, va dezinfecta zona de interes cu soluţie iodată şi pansamente sterile. Dezinfectarea zonei se va face prin miscări circulare pornind de la nivelul zonei de interes spre exterior. Apoi, va acoperi zona adicentă locului de puncţie cu câmpuri sterile şi va pregăti seringa cu anestezic, precum şi cea pentru insuflarea aerului. În tot acest timp, asistentul se va proteja folosind mănuşi sterile.

După pregătirea casetelor mamografice cu filmul mamografic şi a aparatului cu parametrii optimi, asistentul trebuie să purceadă la efectuarea mamografiei în incidenţele de bază (fundamentale), precum şi a celor complementare, la indicaţia medicului radiolog.

Ulterior, asistentul trebuie să conducă pacientul în sala de aşteptare şi sa pregătească aparatul pentru următoare investigaţie.

După efectuarea examenului mamografic, asistentul va efectua marcarea clişeelor mamografice, care trebuie să cuprindă: numele pacientului, data examenului, partea examinată şi incidenţa, precum şi doza de iradiere primită de pacient. Soluţiile şi materialele utilizate (manuşi, flaconul de substanţa de contrast şi anestezic, ace)

trebuie colectate în totalizate şi în recipiente speciale, separat, conform normelor. Flacoanele şi fiolele de substanţă de contrast utilizate sunt depozitate 24 de ore în condiţii de securitate.

În cadrul ecografiei mamare, asistentul va ruga pacientul să se dezbrace şi să îşi scoată eventualele bijuterii din jurul gâtului sau de pe torace. Va poziţiona pacientul în decubit dorsal, cu mâinile deasupra capului, pentru a releva şi zona axilei. De asemenea, va asista medicul radiologic pe toata durata examinării şi va inscrie rezultatul investigaţiei conform indicaţiilor medicului.

Daca este vorba despre un examen IRM, asistentul îi va comunica pacientului în ce constă investigaţia, poziţia de examinare, precum şi durata estimativă a acestuia. Apoi, va pregăti substanţa de contrast, va pune pacientului un cateter venos periferic şi va verifica starea acestuia. Examinarea prin IRM a sânului presupune poziţionarea pacientului de către asistent în decubit ventral, cu braţele flectate deasupra capului şi cu fruntea pe antebraţe. Substanţa de contrast va fi administrată pacientului conform indicaţiilor medicului radiolog.

Periodic, asistentul trebuie să verifice starea de funcţionare a aparaturii utilizate şi asigură curăţarea acestora. De asemenea, acesta trebuie să semnaleze medicului radiolog orice neregulă apărută la aparatura pe care o manevrează şi asigură aprovizionarea cu materiale necesare desfaşurării în condiţii optime a investigaţiilor radio-imagistice la nivelul sânului (filmele mamografice, casetele, foliile întăritoare de imagine, consumabilele, medicamentele de prim ajutor, soluţiile pentru developat şi soluţiile dezinfectante, precum şi substanţele de contrast).

Capitol XVIII

PARTICULARITĂŢI ALE EXAMINĂRII RADIOIMAGISTICE LA SUGAR ŞI COPIL

Victoriţa Ştefănescu

În alegerea metodei radioimagistice de investigaţie, radiologul trebuie să balanseze între riscul şi beneficiul pacientului. Iradierea la populaţia infantilă este particulară şi trebuiesc luate toate măsurile, fără a afecta calitatea diagnosticului. Principiul ALARA (As Low As Reasonably) cu justificarea, optimizarea investigaţiei, reducerea dozelor pe cât posibil, în mod rezonabil trebuie să fie respectat în radioimagistica pediatrică. Sensibilitatea la radiaţii a copilului este mai mare de zece ori decât la adult, de unde derivă necesitatea radioprotecţiei - trebuie scăzuţi mAs. Multe examinări necesită ajustări speciale pentru copii ca examinarea imagistică să fie obţinuta într-un mod optim şi sigur. Ajustări ale tehnologiei de imagistică - achiziţia imaginii în timp scurt, tehnica cu senzitivitate mică la mişcare şi software de reducere a mişcării.

Spre deosebire de adulţi copiii sunt mai puţin cooperanţi şi au reticenţă la examinări. Fiecare vârstă a copiilor are particularităţile ei, spre exemplu:

- sugarii şi copiii mici sunt incapabili să stea liniştiţi. Sugarii care sunt înfăşaţi sau înfăşuraţi într-o pătură au o mai mare capacitate de a sta nemişcaţi.
- copiii mai mari de trei ani nu sunt cooperanţi / refuză să coopereze nu reuşesc să stea nemişcaţi mult timp, să-şi ţină respiraţia pentru mai mult timp.

Pot fi folosite aparatele de imobilizare care sunt disponibile pentru comercializare în scopul de a servi în timpul fluoroscopiei şi procedurilor radiologice (Fig. 103).

Procedurile de sedare sau anestezie determină o rată mică de accidente, reacţiile la substanţele de contrast trebuiesc luate în considerare. Contrastul şi medicaţia trebuie administrate per kilogram, pentru administrarea contrastului intravenos la copiii mici, dimensiunea acului este între 20 şi 24 G (Gauge). Administrarea intravenoasă poate fi făcută la mână sau la picior.

Copiii pot avea diferite dimensiuni de la sugari de câteva kilograme până la adolescenţi ce au greutatea unui adult. În relaţie cu mărimea pacientului radiografiile trebuie diafragmate pentru zona de interes. Limitările se aplică la toate tipurile de investigaţii radioimagistice.




Figura 103. Dispozitive de imobilizare pentru proceduri radiologice

Trebuie luate măsuri pentru a asigura un mediu prietenos copiilor cu scopul de a reduce orice traumă emoţională provocată de procedurile nefamiliare şi uneori neconfortabile (Fig. 104). Reducerea stresului la copil se realizează prin:

- spaţiu fizic prietenos pe holuri şi în sălile de aşteptare,
- pereţii sălilor de examinare decoraţi
- echipamentele decorate
- jocuri pe calculator şi alte jucării în zonă

Distragerea atenţiei cu jucării, cu jocuri pe computer, filme video în sala de ultrasonografie/fluoroscopie, medicină nucleară şi la CT. Este uimitor modul în care copiii sunt cooperanţi atunci când se uită la televizor. În camera de examinare IRM trebuie puse jocuri video, muzică.




Figura 104. Spaţiu adaptat - pereţii sălilor de examinare decorate, echipamentele decorate

Broşuri adecvate copiilor care să explice investigaţia pot ajuta în alinarea copiilor.

Nou născuţii şi sugarii au particularitatea că sunt instabili psihic. Hipotermia şi deshidratarea sunt un mare risc pentru nou născuţi şi necesită transportul cu incubatorul la serviciul de Radiologie şi Imagistică Medicală. Trebuie atenţie la temperatura incintei în cursul fluoroscopiei şi trebuie menţinută hidratarea.

Sugarii cu sondă esogastrică pot fi instabili clinic. Trebuie să fie pregătit echipament de resuscitare şi personal care să acţioneze rapid.

Dacă este necesar transportul pacientului critic în serviciul de Terapie Intensivă din serviciul de radiologie, acesta trebuie realizat cu incubatorul pentru a reduce accidentele din timpul transportului.

Examinarea cu proceduri dureroase:

- evitarea procedurilor dureroase,
- analgezic pentru plasarea de linie intravenoasă,
- efectuarea procedurilor dureroase în alte încăperi,
- înlocuirea examinărilor dureroase, ca în uretrocistografie, de exemplu examinarea tractului urinar este mai bine să se facă prioritar ecografie.

Profesionalism şi comunicare eficientă - cele mai multe plângeri care vin de la pacienţi, într-o secţie de radiologie, nu sunt legate de problemele tehnice ci de profesionalism şi comunicare. 30% din plângerile părinţilor în ingrijirea pediatrică sunt legate de o comunicare neeficientă şi comportament neprofesional. Comunicarea de succes are rezultate vizibile în comportamentul pacientului. Comunicarea neeficientă poate creşte şansele de apariţie a unui litigiu.

Personalul trebuie să aibă atitudine prietenoasă cu copiii, includerea copiilor în discuţii. Necesitatea de a explica procedura imagistică în profunzime atât pentru copil cât şi pentru părinţi la nivele diferite ca aceştia să înţeleagă. Adulţii sunt de obicei mai curioşi şi mai protectori când vine vorba despre copiii lor. Nivelul de stres al adultului când copilul lui este sau când poate fi bolnav este imens.

METODE IMAGISTICE

Alegerea metodelor imagistice pentru evaluarea pacienţilor variază cu vârsta, dotarea cu echipamente şi cu relativele avantaje şi dezavantaje ale fiecarei metode.

1. Radiologia convenţională

1.1. Radiografia pulmonară **-** Rămâne baza în evaluarea plămânului la copil. La nou-născut, radiografia poate fi obţinută în incubator folosind aparate X mobile, moderne. Nou-născutul stă culcat pe casetă, pentru efectuarea radiografiei în inspir,

pot fi folosite triggere de respiraţie amplasate pe torace sau la nivelul nasului, care indică variaţia temperaturii (inspir/expir) ce indică momentul expunerii. O radiografie corect efectuată în inspir trebuie să aibă hemidiafragmul drept la nivelul coastei VIII posterior. Radiografia în expir are dezavantajul că dă imaginea cordului mărită, traheea curbată spre dreapta şi cu diferite grade de opacifiere ale plămânului. Filmul trebuie să fie bine colimat, copilul să fie pe cât posibil bine poziţionat, scos echipamentul de monitorizare. Lordoza trebuie evitată atunci când ne interesează mărimea inimii.

Copiii peste 5 ani sunt cooperanţi şi pot sta în poziţie verticală pentru radiografie PA ca şi adultul. Pentru poziţionarea corectă este necesar un însoţitor, preferabil mama, care ţine copilul în faţa casetei, purtând un şorţ cu protecţie plumbată. Cu colimarea corespunzatoare iradierea mamei este mică. Diferenţa de iradiere între radiografia PA şi AP este neglijabilă. Folosirea kilovoltajului ridicat şi cu grilă permite evaluarea traheei şi a bronhiilor, important în stridor.

1.2. Radiografia abdominală simplă –Radiografia abdominală simplă poate orienta în planificarea celorlalte metode de investigaţie – nu stabileşte diagnosticul. Totuşi, radiografia abdominală simplă poate orienta diagnosticul dacă acesta este incert după examenul clinic.

În plus, radiografia abdominală simplă rămâne cea mai recomandată investigaţie la copiii cu simptomatologie de abdomen acut. Diagnosticul de ocluzie intestinală poate fi astfel stabilit. În caz de aspect neconcludent clinic între apendincită şi ocluzie, ecografia este cea care înlocuieşte radiografia abdominală ca primă investigaţie.

Radiografia în procubit este la fel de concludentă, când este suspicionat pneumoperitoneul, radiografia pulmonară în picioare este concludentă la sugar şi copil. Această radiografie nu poate fi efectuată în incubator sau serviciul de terapie aşa încât rămân valabile radiografiile în decubit sau laterale. În cazul în care copii sunt ventilaţi şi nu poate fi făcută radiografia în procubit se ţine copilul 10 minute în poziţie de procubit şi apoi efectuată în decubit dorsal.

Este de preferat radiografia digitală pentru reducerea iradierii. Radiografia direct digitală este cea mai indicată pentru pediatrie.

1.3. Examinarea cu mediu de contrast pe cale superioară, a tubului digestiv

Bariul rămâne cea mai frecventă substanţă de contrast pentru investigaţia tubului digestiv la copil. Este contraindicată în perioada postoperatorie, după biopsie rectală sau oricând este posibilă o perforare intraperitoneală sau este vreo suspiciune de fistulă esobronşică. În aceste cazuri este de preferat a se folosi substanţele nonionice.

Substanţele cu osmolaritate redusă (exemplu Omipaque sau iopamidolul) au efecte adverse reduse când extravazează intraperitoneal sau la nivelul mediastinului. Substanţele folosite pot fi administrate nediluate sau în diluţie de ½ pentru irigografie. Soluţia hiperosmolară de tipul meglumin/sodium (Gastrografin) poate provoca transvazarea de lichid la nivelul intestinului determină, secundar deshidratare şi dezechilibre hemodinamice. În caz de aspiraţie a substanţei de contrast rezultă edem pulmonar sever.

Pentru administrarea orală soluţia de bariu sau contrastul solubil în apă poate fi administrată direct din cană sau cu biberonul sau cu siringa direct în gură. Mărirea orificiului tetinei îmbunătăţeşte distensia esofagului. Îmbunătăţirea gustului substanţei de contrast de regulă nu trebuie folosit în uzul pediatric.

În caz de sondă nasogastrică pentru suspiciunea de malrotaţie sau de obstacol intestinal se administrează substanţă de contrast direct pe sondă. În caz de suspiciune de reflux gastro-esofagian la copii cu sondă trebuie evaluat cu precauţie.

Copiii trebuie să nu mănânce cu 4 ore înainte de examinare. Prelungirea repausului digestiv mai mult face copilul mai agitat şi face examinarea mai dificilă. Părinţii trebuie încurajaţi să stea lângă copil pe parcursul examinării.

Este mare diferenţă între examinarea copilului şi a adultului cu substanţă de contrast. Când copilul este în poziţie oblic anterior drept din procubit se vizualizează duodenul, apoi trebuie imediat culcat pe spate pentru vizualizarea joncţiunii duodenojejunale. Este foarte important să se vizualizeze corect duodenul pentru aprecierea joncţiunii duodenojejunale. Deschiderea radioscopiei pe perioade scurte sunt de recomandat pentru reducerea iradierii.

Consistenţa diluţiei substanţei de contrast este stabilită pentru a obţine detaliile funcţionale ale tubului digestiv.

Dublul contrast poate fi folosit la examinarea copiilor mai mari sau la adolescenţi cu care se poate coopera.

1.4. Irigografia

Este indicată în caz de obstrucţie joasă şi la stenozele post entrocolită necrozantă. Ocazional se foloseşte la copilul mare cu suspiciune de boala Hirchprung sau la evaluările postchirurgicale. *Colonoscopia* este folosită în caz de afecţiuni inflamatorii intestinale, scade iradierea şi există şi posibilitatea de biopsie.

La nou-născuţi se foloseşte sonda Folley care se inseră la nivelul rectului. Examinarea trebuie începută în poziţie laterală pentru vizualizarea rectului şi a joncţiunii rectosigmoidene după care se face examinarea în decubit dorsal pentru vizualizarea colonului.

Substanţa de contrast se administrează cu siringa şi se utilizează căderea datorită gravitaţiei. Dacă este posibil se aşteaptă până la refluxul în ultima ansa ileală.

Trebuie atenţie la administrarea manuală pentru că este posibilitatea de a fi microcolon. Examinarea cu Folley 12-16 este rezervată copiilor mari.

Utilizarea aerului pentru tratarea invaginaţiei este larg folosită. Cu o sondă Folley se administrează manual aer (dacă este un aparat dedicat care să măsoare presiunea, aceasta nu trebuie să depăşească 80-120 mmHg). Întotdeauna trebuie să existe un anestezist şi o sală de operaţie în prejmă pentru cazurile de pneumoperitoneu care poate să se instaleze. Când se începe manevra trebuie avertizaţi părinţii despre acest risc.

2. Urografia intravenoasă (UIV)

Urografia aduce informaţii despre funcţia rinichilor în caz de obstrucţie. Excreţia substanţei de contrast este redusă la nou-născut, deci pentru a aduce informaţii urografia este indicată după primele săptămâni de viaţă.

3. Scintigrafia

Medicina nucleară ajută în demonstrarea funcţiei cardiace, şunturilor cardiace, embolismului pulmonar, afecţiunilor inflamatorii pulmonare, neoplazia şi ventrilaţia/perfuzia plămânului.

Radionuclizii sunt utilizaţi în evaluarea funcţiei renale şi hepato-biliare. Această metodă poate aduce informaţii despre funcţionalitate. Are indicaţii în afecţiuni maligne şi cazuri complicate.

Scintigrafia este superioară urografiei în detectarea funcţiei renale în obstrucţie renală şi are avantajul de a permite cuantificarea funcţiei renale totală şi individual.

4. Ultrasonografia (US)

Este metoda imagistică de ales, este rapidă, se poate efectua la patul copilului cu aparatul mobil, nu necesită sedare sau anestezie. Ecografia trebuie să fie prima recomandată *cu excepţia* traumatismelor. Pentru nou-născut rezoluţia ecografiei abdominale este superioară CT.

În investigaţia toracică, datorită aerului care este reflectiv, investigarea este limitată. Cu toate acestea, este utilă în evaluarea pleureziilor, maselor pleurale, maselor peridiafragmatice şi cervicale, afecţiuni pericardiace, eventraţiei diafragmatice, mişcărilor diafragmatice, în evaluarea timusului. Ultrasonografia Doppler cu color şi Power-Doppler ajută în evaluarea statusului vascular şi anomaliilor vasculare.

De multe ori este şi *singura* metodă imagistică care aduce multe informaţii putând evidenţia originea de organ/localizarea şi consistenţa masei: solid, lichid, mixt. În plus, US nu necesită sedare şi este neinvazivă. Este metoda *de elecţie* în evaluarea maselor abdominale la nou-născut pentru că majoritatea sunt benigne.

Are rol din ce în ce mai important în caz de afecţiuni inflamatorii ale anselor intestinale.

Examinarea abdominală şi a pelvisului la copil se poate face cu sonda de 4-7 MHz liniar sau convex, pentru examinarea anselor intestinale trebuie sondă liniară de 5-15 MHz.

Examinare Doppler color este de folosit la viscere sau pentru aprecierea vascularizaţiei intraparenchimatoase.

Dezavantaje: nu aduce informaţii despre funcţia organelor sau vascularizaţia maselor. Nu aduce informaţiei asupra viscerelor care conţin gaz.

5. Computertomografia (CT)

Folosită pe scară largă pentru avantajele decurgând din rezoluţia mare a imaginii corelat cu administrarea de substanţe de contrast. Are avantajul, faţă de alte metode, de a evidenţia micile diferenţe între densităţile structurilor: sânge, grăsime, os. CT-ul poate explora intestinele, osul, poate aprecia extensia retroperitoneală nefiind artefactată imaginea dată de gazul din intestine aşa cum se întâmplă în ultrasonografie.

Cele mai frecvente recomandări ale CT-ului în pediatrie includ diagnosticul neoplaziilor, traumatismului, abcesului, complicaţiilor afecţiunilor inflamatorii intestinale. Contrastul oral şi intravenos este recomandat în examinarea CT.

Tehnologia CT este avansată cu reconstrucţii multiplanare, angio-CT şi endoscopia virtuală, care cresc potenţialului diagnostic în pediatrie.

CT-ul este cea mai bună tehnică de diagnostic în multe afecţiuni pediatrice pulmonare cu beneficiul diagnostic versus riscul de iradiere la pacient.

CT-ul este ideal pentru detectarea leziunilor pulmonare/pleurale şi pentru demonstrarea extensiei maselor mediastinale în plămân şi în peretele toracic. Este bine vizualizată traheea şi bronhiile şi se pot vizualiza leziunile extrinseci şi intrinseci ale căilor respiratorii. Parenchimul pulmonar este analizat în detaliu, fie spiral, volumetric şi cu CT de înaltă rezoluţie.

Este demonstrată senzitivitatea CT-ului în detectarea nodulilor pulmonari în comparaţie cu radiografia pulmonară. CT-ul cu înaltă rezoluţie (HRCT) permite detecţia leziunilor pulmonare difuze.

Tehnica recomandată la copil, în afecţiuni pulmonare difuze, este HRCT, cu slice-uri cu grosime de aproximativ 1-2 mm, la 1-2 cm de la apexul pulmonar către bază. CT-ul spiral este utilizat pentru investigarea afecţiunilor majore intratoracice, cardiovasculare, anomaliilor mediastinale şi are avantajul examinării rapide la copil, reducând necesitatea sedării şi permite opacifiere vasculară cu cantitate mică de contrast.

Dezavantajele CT sunt: iradierea, necesitatea sedării copiilor sub 5 ani, necesitatea folosirii substanţei de contrast datorită conţinutului redus de grăsime perivisceral, făcând în multe cazuri dificilă delimitarea anatomică.

Iradierea mare trebuie luată în considerare şi când este posibil trebuie alese alte metode neiradiante. Stategia de reducere a iradierii este de a folosi tuburi cu mAs puţini şi a creşte pitch-ul în CT spiral. Tubul de 60-120 mAs poate avea rezoluţie bună la copil şi adolescent. Pitch-ul poate fi crescut la 1,5-2 cm în unele circumstanţe. Varianta de CT multislice reduce şi iradierea şi timpul de examinare, aşa încât nu trebuie sedat copilul. Trebuie redusă şi zona de examinare de acord între radiolog şi pediatru.

6. Imagistica prin Rezonanţă Magnetică (IRM)

În primul rând nu iradiază şi este indicat la cazurile de neoplazie unde examinările trebuie făcute repetat. Imagini multiplanare şi caracterizarea ţesuturilor cu substanţă de contrast (Gadoliniu), angiografia, colangipancreatografia şi tehnologiile urografice în IRM cresc rolul acestei metode.

IRM-ul este metodă importantă pentru investigarea leziunilor cardiace, anomaliilor vaselor mari şi mediastinale, malformaţiilor pulmonare, maselor pereţilor toracici, infiltrărilor măduvei oasoase, anomaliilor traheobronşice şi maselor neurogenice.

Gadolinium DTPA poate fi administrat intravenos cu o doză de 0,1 ml/kg pentru încărcarea ţesuturilor sau 0,1-0,3 ml/kg pentru angiografie.

În prezent IRM nu are avantaje faţă de CT în managementul tumorilor renale.

IRM este metoda preferată la copiii cu tumori paraspinale care au extensie intraspinală.

IRM are rol important în determinarea extensiei tumorilor hepatice în special raporturile cu structurile vasculare adiacente ficatului.

Alături de CT, joacă un rol important în demonstrarea anatomică a masei şi/sau demonstrarea extensiei metastatice a masei maligne.

Timpul lung de examinare este dezavantajul major la copil, necesită sedare sau anestezie generală la copii sub 6-7 ani. Pentru abdomenul şi pelvisul copiilor pot fi folosite bobine de cap.

7. Bronhografia

CT—ul cu înaltă rezoluție a eliminat bronhografia, rămâne totuşi de utilizat bronhografia pentru evidențierea dinamicii şi functionalității în traheobronhomalacie.

8. Angiografia

IRM-ul neiradiant a înlocuit angiografia, care rămâne indicată în tehnica intervențională – embolizarea arterelor bronşiolare în caz de hemoragie/hemoptizie din fibroza chistică.

Capitol XIX

EXPLORAREA RADIOIMAGISTICĂ ÎN STOMATOLOGIE

Danisia Haba

XIX.1. Numerotarea dinților

Omul prezintă două dentiții:

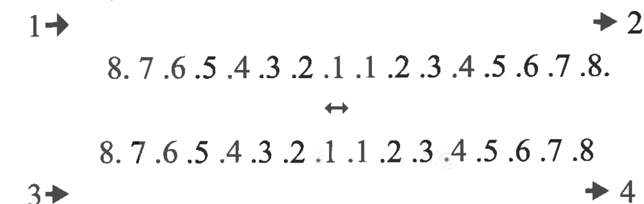
- **dentiția temporară sau deciduală** (20 de dinți) care erup între 6 luni şi doi ani jumătate,

- **dentiția permanentă sau secundară** (32 de dinți) care erup între 6 ani şi 18 ani.

Deoarece cele două dentiții coexistă o perioadă de timp, există posibilitateą de identificare a fiecărui dinte printr-un număr de două cifre, prima desemnând unul din cadranele în care se află dintele şi a doua indicând dintele analizat în unul din aceste cadrane.

Conform clasificării **Federației Dentare Internaționale** adoptată de **OMS** **-la adulți** avem 4 cadrane, în sensul acelor de ceasornic:

1- pentru hemimaxilarul superior drept,
2- pentru hemimaxilarul superior stâng,
3- pentru dinții hemimandibulei drepte şi
4- pentru dinții hemimandibulei stângi:



În dentația temporară nu există premolari, iar molarii de lapte sunt înlocuiți de premolari permanenți.

Conform **Clasificării Stomatologice Americane** putem realiza următoarea numerotare a dinților:

- 1- molarul 3 superior din dreapta,
- 8- incisivul central superior din dreapta,
- 9- incisivul central superior din stânga,
- 16- molarul 3 superior din stânga,
- 17- molarul 3 inferior din stânga,
- 24- incisivul central inferior din stânga,
- 25- incisivul central inferior din dreapta,
- 32- molarul 3 inferior din stânga.

Cunoscând aceste numerotări trebuie să cunoaştem următoarele precizări:

- dintele are o **faţă mezială** şi una **distală**, care alăturate devin **feţe aproximale**,
- faţa orientată la exterior este denumită **vestibulară**,
- iar opusă ei este **faţa linguală** pentru dinţii mandibulari sau
- **faţa palatinală** pentru dinţii maxilari.

În laboratoarele de radiologie dentară şi în practica privată se indică realizarea de radiografii intraorale sau panoramice la care folosim numerotarea OMS şi a FID (fig. 105).



Figura 105. Ortopantomografia unei fetiţe de 7 ani care prezintă dentiţie mixtă

XIX.2. Aparate Röentgen dentare

În laboratoarele de radiologie dentară şi în practica privată se întâlnesc 2 tipuri de aparate röentgen dentare:

- fixe - montate pe tavan sau pe perete,
- mobile - care pot fi deplasate cu uşurinţă în cabinet.

2.1. Părţile componente ale aparatului roentgen dentar

Aparatele roentgen dentare conţin următoarele 3 mari componente:

1) monoblocul,
2) sistemul de comandă şi
3) sistemul braţelor articulare şi de fixare al aparatului.

Monoblocul conţine 3 componente de bază: tubul radiogen, transformatorul de înaltă tensiune, transformatorul de joasă tensiune, care sunt protejate de: cupola plumbată a aparatului şi baia de ulei de răcire.

Pentru protecţia pacientului şi a personalului este necesară folosirea unui filtrului de aluminiu pentru îndepărtarea razele moi din spectrul radiaţiei, a colimatorului, şi a dispozitivului de centrare a aparatului Rx dentar - "conul localizator".

Tubul radiogen este un tub dedicat pentru radiologia stomatologică.

Dispozitivului de centrare al aparatului Rx dentar - "*conul localizator*" permite: centrarea fascicolului de raze X către regiunea de radiografiat şi dirijarea pe întreaga suprafaţă a filmului a fasciculului de radiaţii, în concordanţă cu înclinaţia specifică incidenţei de realizat.

Aspectul acestor dispozitive de centrare a variat mult de-a lungul anilor la fel ca şi distanţa legală dintre focar şi pielea regiunii de examinat care este actualmente egală cu 200mm pentru aparatele dentare peste 60 kV şi 100 mm pentru cele de sub 60 kV.

În prezent în laboratoarele de radiologie dentară şi în cabinetele de medicină dentară se găsesc diverse aparate roentgen cu modele variate de conuri localizatoare: con localizator scurt, din ebonită, de formă conică, con localizator scurt metalic, cu aspect cilindric, con localizator lung din metal cu vârf din plastic, con localizator lung din metal/plastic, cu pereţii plumbaţi, de formă rectangulară, con localizator lung de 40-41 cm din plastic care are colimator metalic cilindric.

În ultimii ani nu mai este folosit conul scurt de ebonită deoarece pacientul primeşte o doză mare de iradiere în timpul expunerii, prin distanţa mică dintre tubul roentgen şi pielea pacientului şi ebonita din care este confecţionat conul, care nu opreşte trecerea razelor X, fapt care determină o expunere întinsă mult lateral de zona de radiografiat. În plus distanţa mică dintre tub şi regiunea explorată determină mărirea dinţilor radiografiaţi.

Folosirea noilor conuri localizatoare cilindrice sau rectangulare cu pereţi plumbaţi a permis: reducerea suprafeţei fasciculului la nivelul regiunii dento-alveolare de radiografiat, limitarea suprafeţei expuse şi a volumului în profunzime expus razelor X prin aplicarea la conul lung a unui disc de plumb cu deschidere identică cu dimensiunea radiografiei ce urmează să fie realizată: 2/3 cm, 3/4 cm, 2,5/5,5 cm, anularea efectului de mărire a imaginii dento-alveolare obţinute prin proiecţia conică a razelor X şi folosirea unor suporturi de fixare a filmului dentar absolut necesare realizării tehnicilor planurilor paralele şi bite-wing.

Sistemul braţelor articulare şi de fixare al aparatului

Există trei variante de susţinere a aparatelor roentgen dentare:

- *sistemul cu tijă rigidă verticală folosit la aparatele mobile*, uşor de deplasat dintr-o încăpere în alta. La partea superioară a tijei este fixat tabloul de comandă al aparatului.
- *sistemul cu fixare pe perete,* este cel mai folosit în cabinetele dentare. El conţine un suport metalic care are ataşat tabloul de comandă şi braţul articular mobil.
- *sistemul cu fixare pe tavan,* este avantajos datorită spaţiului mic necesar pentru amplasare dar uneori ridică probleme de ancorare pe tavan.

Ultimele două sisteme reprezintă o soluţie optimă pentru cabinetele de medicină dentară în care funcţionează 2 unituri dentare cu condiţia respectării riguroase a normelor de radioprotecţie (expunerea se face doar la un pacient, timp în care unitul vecin este liber).

2.2. Radiografia dentară digitală

Realizată de către Francis Mouyen în 1982, ca o alternativă la radiografia convenţională, radiografia dentară digitală a fost denumită de către medicul stomatolog francez ca radioviziografie (RVG). Acest sistem a preluat toate principiile radiografiei convenţionale folosind un tub roengen dentar dar, a înlocuit filmul retroalaveolar cu un senzor care captează radiaţiile X din cavitatea orală.

În prezent există două tipuri de sisteme pentru obţinerea directă a imaginilor digitale: sistemul CCD (charged-coupled device) şi sistemul SP (storage phosphor system).

XIX.3. Filmul radiologic dentar şi prelucrarea acestuia

3.1. Filmul radiologic

Filmul radiologic folosit în radiologia dentară este de 2 tipuri:

- film sensibil la acţiunea directă a razelor X, care nu necesită ecran întăritor, *filmul dentar* folosit pentru radiografii intraorale care oferă imagini excelente cu detalii anatomice fine.
- film sensibil la efectul de luminescenţă al ecranelor întăritoare sub acţiunea razelor X, filmul folosit pentru radiografii extraorale: teleradiografii, ortopantomografii şi radiografii cranio-faciale.

Filmul dentar

Filmul dentar este sub forma unui pachet alcătuit din: filmul propriu-zis (un suport subţire transparent), anexele care protejează filmul şi învelişul exterior (ambalajul filmului).

Filmul propriu-zis conţine o folie de plastic, transparentă, flexibilă şi care are o grosime de 0,15-0,2 mm. Acest suport susţine pe ambele feţe emulsia de bromură de argint într-o concentraţie variabilă, cu grosime mică şi care nu permite decalarea imaginilor determinând o bună definiţie (netitate) radiografică. Toate filmele au identificate o faţă anterioară şi una posterioară pentru poziţionarea corectă faţă de regiunea de explorat.

Caracteristicile filmelor radiologice dentare

Filmul radiologic dentar are următoarele caracteristici:

1) *Dimensiunile suprafeţei filmului* sunt variabile:

- 22/35 mm, este filmul folosit în pediatrie, numerotat în literatura americană cu 0,
- 24/40 mm, este folosit pentru realizarea incidenţelor pedodontice, iar în literatura americană este numerotat cu 1.
- 31/41 mm, este cel mai frecvent utilizat în incidenţele periapicale şi este numerotat în literatura americană cu 2,
- 27/54 mm, este filmul folosit în realizarea incidenţei "bite-wing", iar în literatura americană este numerotat cu 3,
- 57/76 mm, este folosit pentru realizarea incidenţelor ocluzale, iar în literatura americană este numerotat cu 4.

După dimensiuni, filmele radiologice dentare sunt (fig.106):

- filme periapicale: nr. 0,1,2
- filme "bite-wing": nr. 3
- filme ocluzale: nr. 4

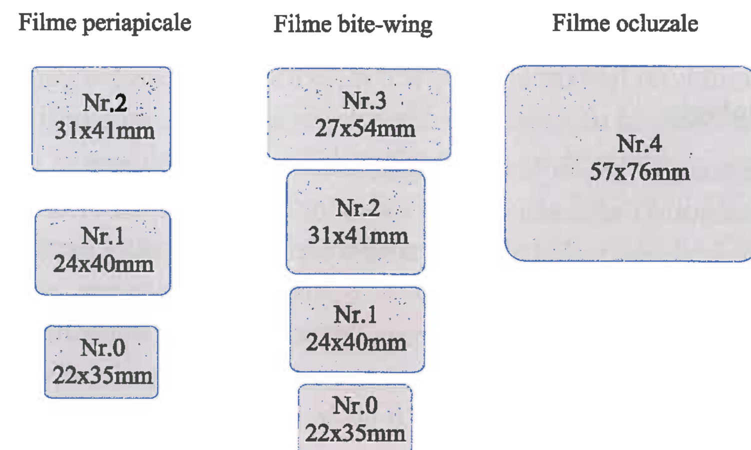


Figura 106. Dimensiunile diferitelor tipuri de filme dentare.

2) *Densitatea filmului* reprezintă capacitatea filmului de a se înnegri în urma iradierii. Caracteristica aceasta depinde de concentrația în bromură de argint a filmului radiologic dentar, de obicei are o valoare de 25g/m^2, cu mult mai mare decât a filmului radiologic obişnuit care are o concentrație de 6,5g/m^2. Diferența de concentrație explică gradul de sensibilitate şi contrast al filmului radiologic dentar.
3) *Sensibilitatea filmului* reprezintă capacitatea acestuia de a se înnegri la doze mici de radiație. Ea este dependentă de mărimea granulelor de bromură de argint aflată în emulsia fotosensibilă şi de densitatea filmului.

Această caracteristică este importantă în practică deoarece permite reducerea iradierii pacientului prin utilizarea de filme sensibile.

În funcție de sensibilitate, filmele radiologice dentare se clasifică în 4 grupe:
- grupa C – filme cu sensibilitatea cea mai mică ,
- grupa D – filme cu sensibilitate medie (ex. Kodak ultra-speed D)
- grupa E – filme cu sensibilitate mare care reduc expunerea cu 50% față de filmele din
- grupa D (ex. Ektaspeed E Kodak, AGFA Dentus M2)
- grupa F – filme cu sensibilitate foarte ridicată (ex. In Sight Kodak)

4) *Contrastul filmului* constituie capacitatea filmului radiologic de a oferi diferențe de tentă între zonele filmului care au recepționat mai multe radiații şi zonele care datorită atenuării au recepționat mai puține radiații. Această caracteristică este dependentă de densitatea şi mărimea granulelor de bromură de argint.

O densitate mare a granulelor de bromură de argint permite obținerea unui contrast mai mare. De asemenea, cu cât granulele de bromură de argint sunt mai mari cu atât se obține un contrast mai bun.

5) *Definiția filmului* radiologic reprezintă capacitatea filmului de a permite realizarea unor imagini în care structurile explorate să fie bine conturate şi delimitate.

Învelişul protector al filmului

Realizat din poliester, mai rar din carton, ambalajul (învelişul) protector al filmului are următoarele funcții:
- găzduieşte filmul şi anexele sale,
- protejează filmul de lumină,
- protejează filmul împotriva umezelii,
- protejează filmul împotriva zgârieturilor şi îndoirilor,
- asigură o poziționare stabilă în interior a filmului şi anexelor

Filme autodevelopante

Sunt filme care au ambalajul filmului dentar mai larg decât ambalajele individuale, în spațiul suplimentar existent fiind plasate în compartimente separate soluțiile de developare (fig. 107). După expunerea filmului, aceste soluții sunt eliberate pe rând în compartimentul în care se află filmul prin intermediul unor tije. Pentru ca soluțiile să acționeze cât mai bine şi mai uniform se recomandă masarea zonei în care se află filmul.

Variante a acestor tipuri de filme folosesc o singură soluție care constituie un amestec de revelator şi fixator.

După încheierea developării, filmul este scos din ambalaj şi se spală sub jet de apă aproximativ 10 minute.

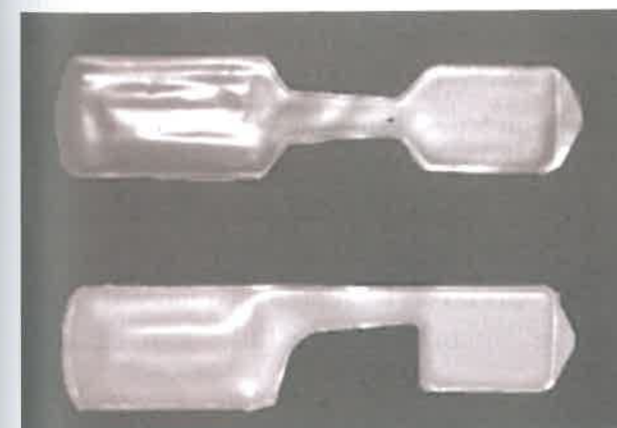


Figura 107. Filme autodevelopante

3.2. Developarea automată

Se realizează cu diverse aparate construite special numai pentru developarea filmelor dentare sau atât pentru developarea filmelor dentare cât şi a ortopantomografiilor, tomografiilor şi a radiografiilor masivului facial.

Aparatele de developare automată au un compartiment ce permite încărcarea filmului la lumina zilei (nu mai este necesară o cameră obscură). Alături de aceasta sistemul cuprinde rulouri şi benzi rulante care conduc filmul de la fanta de intrare în băile de developare, apă şi dispozitivul de uscare. Ciclul de developare în cazul acestor aparate este de 4 minute la o temperatură de 20° C cu filmul uscat la ieşirea din aparat sau 2 minute când filmul este umed la ieşire.

XIX.4. Ortopantomografia

Ortopantomografia (OPT) este considerată în medicina dentară cea mai simplă şi mai puţin iradiantă metodă care evidenţiază pe un singur film complexul dento-maxilar. Ea permite depistarea patologiei dento-maxilo-faciale, fiind considerată în prezent prima etapă în examenul radiologic dento-maxilar şi un veritabil document medico-legal.

Ortopantomografia îmbină 2 tehnici radiografice:

- **radiografia prin fantă**, unde fasciculul de raze X colimate, extrem de îngust cu ajutorul unei fante este perpendicular în fiecare punct la tangenta porţiunii elipsei maxilo-mandibulare examinate;
- **tomografia lineară şi rotatorie** care rezultă din deplasarea sincronă, în sens invers a filmului radiografic şi a fasciculului îngust de raze X din sursa producătoare de raze X, în timpul rotaţiei în jurul craniului pacientului.

Trebuie să ştim că :

- fasciculul fin şi sursa de raze X se rotesc pornind din spatele capului pacientului iar caseta cu filmul radiologic pornind din faţa capului,
- sursa de raze X şi caseta se rotesc în sens opus una faţă de cealaltă,
- filmul din casetă se mişcă în aceeaşi direcţie cu sursa de raze X,
- diferite părţi din film sunt expuse la razele X în momentul în care ajung în dreptul fantei verticale a scutului plumbat care protejează filmul din casetă în timpul deplasării ansamblului tub-casetă port-film în jurul capului pacientului,
- mişcarea sincronă, semicirculară, în sens invers a cuplului tub radiogen - film în jurul craniului determină imprimarea pe filmul radiologic plan a imaginilor elementelor anatomice dispuse curbiliniu,

- pe imaginea ortopantomografică sunt clar evidenţiate doar structurile apropiate de film, datorită dispunerii preferenţiale a centrului de rotaţie aproape de stratul de investigat şi a faptului că structurile din apropierea tubului vor fi întotdeauna estompate imagistic.

4.1. Componentele aparatelor de ortopantomografie

În ultimul deceniu au apărut numeroase aparate realizate de diferite firme care au 3-4 componente de bază:

- sursa de raze X aflată în monoblocul care produce un fascicul fin de raze X care prezintă o înclinaţie de 8° faţă de orizontală şi o putere de 60-90kV,
- caseta port-filmul dispusă în scutul plumbat care o protejează de radiaţiile secundare,
- sistemul de poziţionare a pacientului,
- tabloul de comandă al ortopantomografului care la aparatele moderne permite selectarea parametrilor adecvaţi obţinerii unei imaginii panoramice continui sau parţiale corespunzătoare zonei de interes explorate.

4.2. Principii de realizare a ortopantomografiei

Diversitatea de aparate folosite în ultimul timp face ca poziţionarea pacientului să difere în funcţie de aparatul folosit. Ortopantomografele sunt diferite nu numai prin caracteristicile tehnice dar şi prin tipul de dispozitiv cu care se fixează poziţia capului, motiv pentru care trebuie respectate cu stricteţe instrucţiunile producătorului.

Cu toate acestea unele principii rămân comune:

- pacientul trebuie invitat să îndepărteze toate bijuteriile, acele de păr, cerceii şi agrafele,
- pacientului trebuie să i se explice procedeul de realizare care implică mişcarea tubului, filmului, casetei, dar imobilitatea capului în timpul expunerii,
- pacientul va purta şorţul de radioprotecţie,
- pacientul trebuie poziţionat corect utilizând sistemul luminos de ghidare vizibil atât la aparatele la care pacientul este cu faţa la operator cât şi la cele la care faţa pacientului priveşte într-o oglindă,
- pacientul trebuie învăţat să lipească limba de cerul gurii şi să nu înghită sau să mişte în timpul expunerii (de obicei 16-18 secunde),
- parametrii de expunere trebuie aleşi în funcţie de vârsta şi conformaţia pacientului, între 70-100kV şi 4-12 mA.

Aparatele emit 3 raze separate de lumină (care reprezintă sistemul de centrare), vizibile pe fața pacientului care este supus explorării și care permit poziționarea corectă a capului pacientului:

- prima rază luminoasă indică poziția planului de la Frankfurt - linia orizontală care unește punctul infraorbital (Ob) cu marginea superioară a meatului acustic osos. Când pacientul este poziționat corect, acest plan este paralel cu podeaua.
- a II-a rază ajută la poziționarea corespunzătoare a planului sagital median, care trebuie să fie situat la mijlocul liniei care permite localizarea centrului vertical al "jgheabului focal".
- a III-a rază indică operatorului localizarea structurilor dento-alveolare care sunt pe mai multe "straturi" care au o amplitudine maximă în regiunea incisivilor centrali.

Cum majoritatea ortopantomografelor au jgheaburi focale relativ largi în zona posterioară, dinții trebuie poziționați astfel încât tot apexul dentar să apară vizibil pe OPT și de aceea incisivii se aduc margine la margine la nivelul dispozitivului median de fixare (a piesei bucale).

Cele trei planuri trebuie să fie riguros respectate și nici o expunere nu trebuie făcută dacă nu există o aliniere corectă a lor. Absența alinierii va duce la multiple erori tehnice, frecvent întâlnite în practica curentă.

4.3. Poziționarea pacientului pentru ortopantomografie

- *pacientul* va fi în ortostatism sau în poziție șezând pe scaun și *se parcurg 5 etape care asigură o poziționare corectă a pacientului:*

1) poziționarea incisivilor margine la margine la nivelul dispozitivului median de fixare (a piesei bucale). Se va urmări ca fascicolul luminos să corespundă comisurilor bucale. Această etapă permite ca dinții anteriori să fie în centrul filmului, separând structurile dentare și făcând vizibil tot apexul dentar pe OPT;

2) poziționarea simetrică a capului pacientului între două tije latero-craniene cu rolul de a împiedica latero-flexia și de a aduce dinții posteriori în mijlocul porțiunii mediane a planului de interes diagnostic. La unele aparate, această poziționare este cu un dispozitiv frontal sau temporal sau folosind un sistem cu fascicul luminos a cărei rază se aliniază de-a lungul planului mediosagital al capului.

3) poziționarea bărbiei pacientului pe suportul de susținere a bărbiei astfel încât planul Frankfurt să fie paralel cu podeaua.

4) poziționarea verticală a coloanei cervicale a pacientului tolerând o flexie cervicală până la 6-7°. Pacientul care se ține cu mâinile de mânerele de sprijin este invitat să facă un pas înainte astfel încât spatele să fie drept iar umerii relaxați în poziție joasă pentru a evita suprapunerea regiunii cervico-dorsale a pacientului peste porțiunea mediană a filmului.

5) pacientul este rugat să lipească limba de cerul gurii, să înghită și să stea nemișcat pe perioada expunerii care durează între 14-22 secunde. Se va ajusta kilovoltajul și amperajul aparatului în funcție de vârsta și talia pacientului.

Cel mai important factor care poate fi controlat de operator în momentul realizării OPT este poziția capului. El va fi poziționat totdeauna ținând cont de zona care ne interesează: ATM, sinusurile maxilare sau structurile dento-alveolare. În majoritatea OPT zona de interes este centrată pe dinți și pe structurile alveolare înconjurătoare, de aceea metodele de poziționare corectă a arcadelor dentare sunt de primă importanță.

Folosirea pe scară tot mai largă a sistemelor digitale începe să devină curentă și în realizarea ortopantomografiilor atât prin folosirea sistemelor CCD cât și a sistemului cu plăci de fosfor fotostimulabile.

XIX.5. Teleradiografia

Teleradiografia este o tehnică radiologică curent folosită în ortodonție și pedodonție care urmărește realizarea unor imagini radiografice care să permită efectuarea de măsurători exacte ale dimensiunilor craniului și ale sistemului dento-maxilo-facial al pacientului.

Această tehnică de radiografiere a capului, permite evaluarea

morfologiei pacientului, studierea creșterii sale și a raporturilor dintre baza craniului, dantură și părțile moi necesită o bună evidențiere printr-un foarte bun contrast al acestor 3 elemente.

Pentru aceasta, distanța focar film trebuie să fie de cel puțin 2m.

La această distanță se consideră că efectul de mărire a imaginii produs de proiecția conică nu poate modifica în mod semnificativ corespondența dintre imaginea radiografică și conformația anatomică a craniului.

Standardizarea teleradiografiilor a fost esențială pentru dezvoltarea ansamblului de metode de cuantificare ale valorilor dimensionale craniene care poartă denumirea de *cefalometrie.* Asocierea teleradiografiei cu cefalometria este esențială pentru a realiza o investigație cefalometrică de calitate.

5.1. Aparate roentgen folosite pentru teleradiografii

Aparatele roentgen folosite pentru realizarea teleradiografiilor pot fi aparate de sine stătătoare (cefalostat sau craniostat) sau unități atașate otopantomografelor (orto-cefalostat) care permit realizarea teleradiografiei cu pacientul aflat în ortostatism, sau aflat în șezut pe un scaun.

Elementele componente ale unui aparat pentru realizarea teleradiografiilor sunt:
1. Cefalostatul care este alcătuit din: sistem de poziționare și stabilizare al aparatului prevăzut cu ogive care se așează simetric în conductele auditive externe și uneori cu o piesă de fixare a frunții pacientului la nivelul nazionului, sistem luminos pentru realizarea unei poziționări luminoase corecte a pacientului, filtru antidifuzor care permite stoparea razelor secundare care au rezultat în urma expunerii și care pot degrada imaginea teleradiografică finală, dispozitivul de fixare a casetei-port film.

2. Caseta cu foliile întăritoare și filmul de dimensiuni 18x24cm sau 24x30cm.

5.2. Principii de realizare

În practică se folosesc de obicei teleradiografii de profil, în ocluzie care permit stabilirea corectă a planului de tratament. Alături de acestea mai întâlnim teleradiografii de față (în plan frontal) și axiale (de bază de craniu).

a. Teleradiografii de profil (în plan sagital)

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul Frankfurt este orizontal, paralel cu podeaua.

Capul pacientului este plasat în cefalostat de profil, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este paralel cu filmul din casetă și perpendicular pe planul de la Frankfurt aflat paralel cu podeaua. Filtrul de aluminiu este poziționat pentru a acoperi parte anterioară a filmului.

Centrarea se face de la aproximativ 2 m, cu raza centrală perpendiculară pe planul medio-sagital pătrunzând la nivelul centrului conductului auditiv extern.

Teleradiografia obținută pune în evidență punctele antropometrice (osoase și cutanate) folosite de ortodontist pentru a trasa pe hârtie de calc planurile folosite în analiza cefalometrică, sau pentru o prelucrare cu ajutorul unor softuri de analiză cefalometrică.

b. Teleradiografia de față

Teleradiografia de față poate da informații privind dezvoltarea verticală și transversală a masivului facial.

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul de la Frankfurt este orizontal, paralel cu podeaua.

Capul pacientului este plasat în cefalostat anteroposterior sau posteroanterior, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este paralel cu filmul din caseta și perpendicular pe planul de la Frankfurt aflat paralel cu podeaua.

Centrarea se face de la mai mult de 2m, raza centrală este perpendiculară pe film pătrunzând la nivelul coloanei în dreptul porțiunii mediane a ramului vertical al mandibulei.

c. Teleradiografia axială

Teleradiografia axială poate da informații privind asimetria bazei de craniu și completează studiul tridimensional al craniului.

Pacientul este în ortostatism sau mai rar în șezut pe un scaun. Planul de la Frankfurt este paralel cu filmul.

Capul pacientului este plasat în cefalostat anteroposterior, cu buzele alipite normal și ogivele dispuse simetric în conductele auditive externe. Dinții sunt în ocluzie intercuspidiană maximă (cât mai posterior posibil). Planul medio-sagital este perpendicular cu filmul din casetă și planul de la Frankfurt.

Centrarea se face de la mai mult de 2 m, raza centrală este perpendiculară pe planul de la Frankfurt pătrunzând la nivelul coloanei în dreptul porțiunii mediane a cartilajului hioidian.

XIX.6. CONE BEAM CT-ul sau tomografia volumetrică cu fascicol conic

Prin comparație cu tehnologia computertomografului medical (CT –ul) care prezintă un rând sau o serie de perechi de detectori și un fascicul de radiații lineare, Cone Beam CT-ul (CBCT-ul) utilizează un fascicul de raze X în formă de con, centrat pe un detector bidimensional care realizează o singură rotație în jurul zonei de interes, generând un set de imagini 2D, reconstruite ulterior într-un ansamblu 3D.

6.1. Principiul metodei

Principiul producerii imaginii cuprinde patru componente principale: achiziția, detecția, reconstrucția și prezentarea imaginii. Achiziția imaginilor are la bază o singură scanare cu raze X ce implică o rotație parțială sau totală, în timp ce un detector se mişcă sincron cu scaner-ul în jurul unui punct fix localizat în centrul regiunii de interes, care va constitui centrul imaginii tridimensionale obținute. Detecția imaginii se poate realiza prin două modalități, fie prin intermediul unui tub de intensificare a imaginii asociat cu un dispozitiv cu cuplaj de sarcină (IIT/ CCD), fie prin intermediul unui detector cu panou plan. Imaginile achiziționate urmează un proces de reconstrucție pentru a obține setul de date volumetrice ce reprezintă o compilație a tuturor voxelilor disponibili şi care va fi prezentat în final sub formă de imagini secundare reconstruite, în cele trei planuri ortogonale (Scarfe et al, 2008) (fig. 108).

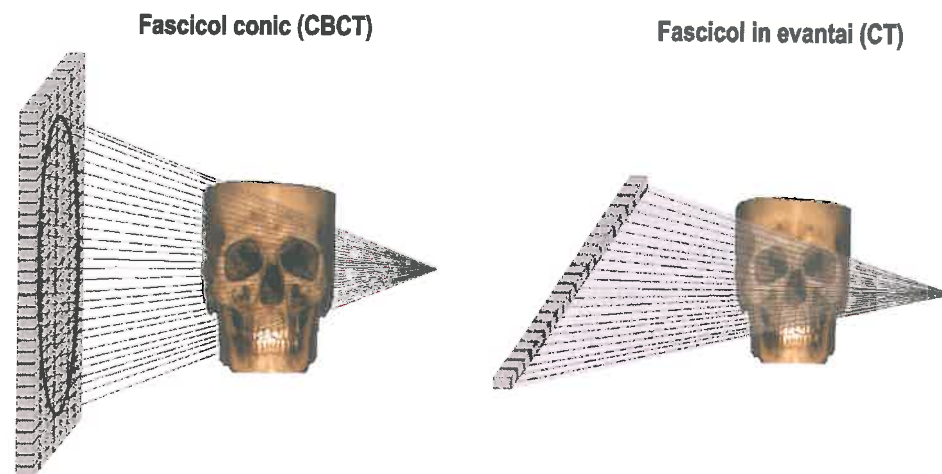


Figura 108. Reprezentare schematică comparativă a proiecției fasciculului de raze X în geometria convențională sau cu fascicul „în evantai" (dreapta) și în geometria cu fascicul conic (stânga)

Explorările CBCT oferă informații diagnostice de înaltă precizie, fiind în acelaşi timp accesibile datorită costurilor și dimensiunilor reduse ale dispozitivelor. Progrese importante ale tehnologiei 3D, transpuse în dispozitivele CBCT sunt reprezentate de doza scăzută de iradiere și timpul redus de scanare, oferind parametri similari radiografiei panoramice, precum şi precizia imaginii, respectiv imagini izotrope, cu rezoluție submilimetrică, în intervalul 0,075 mm - 0,6 mm, ce permit măsurători exacte în analizele ortodontice (Nemțoi et al, 2013).

Întrucât reconstrucția datelor este realizată de un computer personal, posibilitățile de a opera cu aceste date sunt multiple, respectiv reorientarea, mărirea imaginii

şi realizarea unor măsurători cu ajutorul cursorului pentru a compara morfologia condililor articulației temporo-mandibulare, pentru a determina înălțimea și lățimea osului alveolar sau pentru a realiza analize ortodontice. În plus, datorită naturii izotrope a setului de date volumetrice, acestea permit secționări nonortogonale, denumite reconstrucții multiplanare, care pot fi oblice sau curbe. Imaginile oblice sunt cel mai des folosite pentru a obține secțiuni la nivelul condilului mandibular (fig. 109), iar cele curbe permit obținerea unei imagini panoramice dentare „simulate" sau reconstruite.

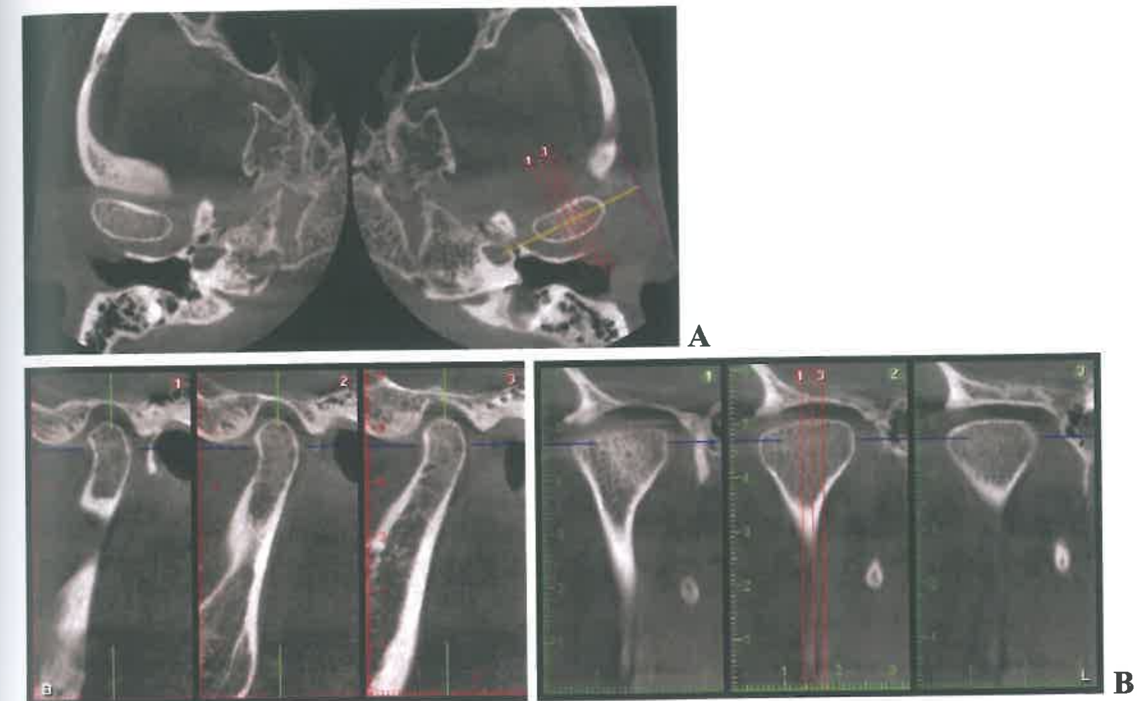


Figura 109. Reconstrucție multiplanară oblică prin polii lateral și medial ai condilului mandibular stâng: (A) reconstrucție axială (B) reconstrucție în plan sagital și coronal (C) care evidențiază condilul mandibular stâng.

Întrucât aceste reconstrucții multiplanare nu prezintă distorsiuni, sunt utile pentru evaluarea paramentrilor de interes la nivelul maxilarului și a mandibulei (White et al, 2009).

Introducerea tehnologiei CBCT a extins foarte mult posibilitățile de diagnostic în patologia despicăturilor labio-maxilo-palatine, oferind o evaluare cuprinzătoare, posibilitatea de măsurarea a volumului defectului osos, cu utilitate deosebită în planificarea tratamentului chirurgical reparator, urmat de un tratament ortodontic, precum şi posibilitatea de identificarea incluziilor dentare, anodonțiilor, malpozițiilor sau anomaliilor anatomice corono-radiculare care ar putea întârzia / bloca deplasările dentare.

6.2. Aparate roentgen folosite pentru CBCT

Aparatele roentgen folosite pentru realizarea CBCT-ului pot fi aparate de sine stătătoare sau combinând CBCT-ul cu unități atașate otopantomografe și cefalostate care permit realizarea ortopantomografiei/teleradiografiei cu pacientul aflat în ortostatism, sau aflat în șezut pe un scaun.

Elementele componente ale unui aparat pentru realizarea teleradiografiilor sunt: CBCT-ul **simplu sau hibrid combinat cu un ortopantomograf /și un cefalostat.**

În practică se folosesc de obicei aceleași repere ca la ortopantomografia în ocluzie.

XIX.7. Tehnici radiologice utilizate în stomatologie

7.1. Tehnici radiografice periapicale

Radiografiile periapicale se realizează prin tehnici diverse care permit radiografierea unui grup de 2 sau 4 dinți cât și a structurilor adiacente periodontale și periapicale.

Clasificarea tehnicilor de realizare a radiografiilor dentare periapicale

Tehnicile de realizare a radiografiilor periapicale se clasifică atât după modul de poziționare a filmului în raport cu complexul dento-alveolar cât și după direcția de acțiune a razei centrale în:

- tehnica bisectoarei;
- tehnica planurilor paralele.

Tehnicile periapicale, denumite și *incidențe retroalveolare, izometrice și ortoradiale* sunt cele mai frecvent folosite în cabinetul stomatologic și permit obținerea imaginii dinților și a procesului alveolar cu o deformare minimă și o definiție foarte bună. Imaginile radiografice obținute au calități deosebite în analiza:

- afecțiunilor dento-alveolare,
- structurii trabecularizației osoase,
- structurii complexului dento-desmodontal.

7.1.1. Tehnica bisectoarei

Tehnica bisectoarei a fost realizată încă din 1905 de către chirurgul R. Darmezin care folosea „peliculă învelită în hârtie neagră parafinată sau cerată". Începând cu 1907 inginerul polonez *Cieszynski* introduce principiul izometriei fapt care a devenit

cunoscut ca tehnica bisectoarei. Din 1911 *Dieck* dezvoltă mult tehnica la Hamburg motiv pentru care mulți autori au denumit-o *„incidența retroalveolară, izometrică și ortoradială Dieck".*

Tehnica bisectoarei (fig. 110) constă în:

- menținerea filmului retroalveolar, cât mai aproape de dinții de radiografiat, dar fără a curba filmul,
- evaluarea teoretică pentru fiecare grup de dinți de radiografiat a unghiului format între axul lung al dintelui și axul lung al filmului dentar,
- înclinarea conului localizator sub un anumit unghi, astfel ca raza centrală (RC) să fie orientată către apexurile dentare, perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul lung al dintelui și filmul radiologic,
- obținerea imaginii dinților radiografiați cu dimensiuni și proporții egale cu ale dinților studiați utilizând principiul triunghiurilor asemenea.

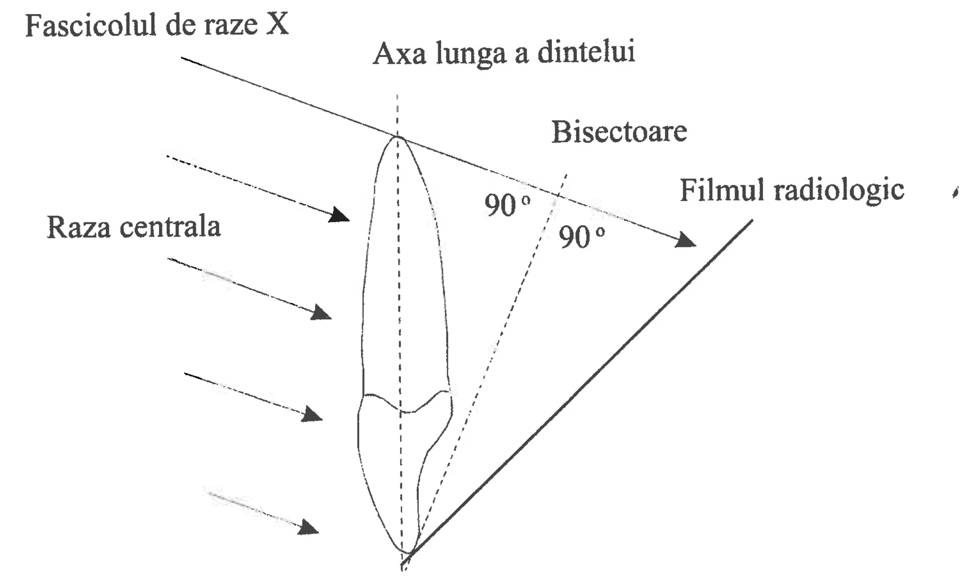


Figura 110. Tehnica bisectoarei, raportul dintre con, film și dinte.

Conul localizator are rol important în realizarea unei tehnici corecte, *izometrice* și *ortoradiale.*

Pentru a se obține o *imagine izometrică,* egală ca dimensiuni cu dinții radiografiați (izos = egal, metros = măsură) este necesară o stabilire corectă a *înclinării față de verticală* a conului localizator. *Principiul izometriei ne indică proiecția imaginii dinților în plan vertical.*

Conul localizator trebuie să fie înclinat față de verticală astfel încât raza centrală să ajungă perpendicular pe bisectoarea unghiului format între axul lung al dintelui și filmul radiologic dentar.

De multe ori această înclinație față de verticala conului este aproximativă datorită poziției dinților, a palatului dur, a capului pacientului sau a grosimii părților moi ale regiunii.

Când înclinația față de verticală a conului este greșită și *raza centrală fiind perpendiculară pe axul lung al dintelui*, imaginea dinților radiografiați apare *mărită*.

Dacă înclinația față de verticală a conului localizator este greșită, *raza centrală fiind perpendiculară pe axul lung al filmului*, imaginea dinților radiografiați apare *micșorată*.

Pentru a se obține o *imagine ortoradială*, adaptată maxilarelor care au o formă de semicerc este necesară realizarea unei *înclinări corecte față de orizontală* a conului localizator. *Principiul ortoradialității ne indică proiecția imaginii dinților în plan orizontal.*

Pentru realizarea practică a acestui principiu trebuie ca fasciculul de radiații să fie orientat în plan orizontal astfel ca raza centrală să prelungească razele geometrice ale semicercului.

Înclinarea corectă față de orizontală a conului localizator este dependentă de poziția dinților pe arcadă și de forma arcadei. Pentru a respecta ortoradialitatea, în practica curentă trebuie să luăm ca reper spațiile interproximale coronare sau axul mezio-diastal al coroanelor dinților (fig. 111).

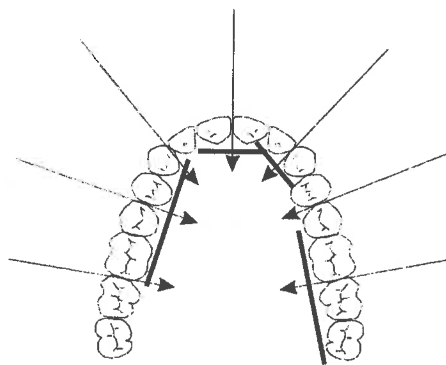


Figura 111. Înclinarea razei centrale în plan orizontal pentru diferite grupe de dinți ai maxilarului superior.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului. Astfel se va asigura pacientul că:

- tehnica nu este dureroasă,
- necesită imobilitatea strictă a capului pacientului în timpul expunerii,
- necesită evitarea mobilizării limbii și a mișcărilor de deglutiție,
- necesită utilizarea șorțului plumbat de radioprotecție,

- necesită îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podoabă aplicate în zona de radiografiat,
- necesită o prealabilă analiză a conformației cavității bucale și a zonei de radiografiat pentru a realiza corect înclinarea în plan vertical și orizontal a conului localizator.

La pacienții anxioși, emotivi, traumatizați sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranță la un corp străin: filmul radiologic.

Filmul radiologic dentar va fi plasat retroalveolar, cu fața către fasciculul de radiații.

Marginea inferioară a filmului dentar va depăși cu 2mm planul cuspidian pentru a avea în imagine și coroana dinților radiografiați.

Filmele se poziționează după identificarea perforației de pe fața posterioară astfel încât perforația este mereu spre planul cuspidian. Pentru maxilar se folosesc 2 filme verticale la grupul incisivilor sau caninilor, care au perforația în colțul din stânga jos.

Pentru premolarii și molarii maxilarului se plasează filmele orizontal și cu perforația în colțul din dreapta jos.

La mandibulă filmele verticale sau orizontale de la canini și incisivi vor avea perforația în colțul din dreapta sus, către planul ocluzal. Filmele orizontale folosite pentru premolarii și molarii mandibulari vor avea perforația în colțul din dreapta dus.

Acesta va permite identificarea cu ușurință a dinților din radiografii astfel:

- pentru molarii superiori din dreapta se va observa că 16 este în dreptul perforației, iar 18 în partea opusă;
- pentru molarii superiori din stânga 26 va fi de partea opusă perforației iar 28 în dreptul perforației;
- pentru incisivii centrali superiori se evidențiază în dreptul perforației centralul stâng 21, iar centralul drept 11 în partea neperforată;
- în timp ce caninul drept 13 este în dreptul perforației, caninul stâng 23 este în partea neperforată;

Analiza acestor poziții ne permite să constatăm că la maxilar, în filmele așezate orizontal, pe partea dreaptă dinții meziali sunt în dreptul perforației, iar pe partea stângă, dinții distali sunt în dreptul perforației. La filmele verticale spre perforație se vor proiecta dinții distali de pe dreapta maxilarului și cei meziali de pe stânga maxilarului.

La mandibulă la filmele așezate orizontal dinții distali sunt în dreptul perforației în partea dreaptă și cei meziali în partea stângă. La filmele verticale spre perforație se vor proiecta dinții meziali în partea dreaptă și cei distali în partea stângă.

Pentru o corectă înclinație față de verticală a conului localizator este necesar ca:

- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziție orizontală,

- conul localizator sa fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginară trasată la maxilarul superior între aripa nasului şi tragus, iar la mandibulă la 1 cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului şi lobul urechii (fig. 112).

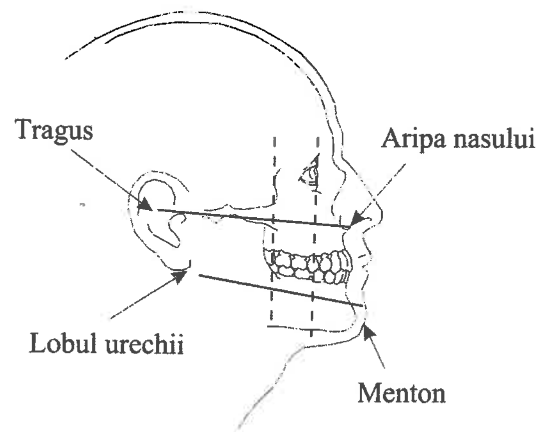


Figura 112. Linia de proiecţie la piele a apexurilor dinţilor maxilarului şi mandibulei.

1.a. Poziţionarea pentru incisivii superiori

Poziţia capului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea inferioară care depăşeşte cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforaţia filmului în colţul din stânga jos.

Menţinerea filmului - cu policele sau indexul mâinii drepte sau cu un dispozitiv de susţinere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinţilor;

Conul localizator – are o înclinaţie de 45° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie, dacă dinţii au o înclinaţie vestibulară marcată şi rădăcini care par lungi, 40° dacă dinţii au axul mare vertical şi rădăcinile par scurte. Raza centrală este orientată deasupra vârfului nasului, către apexul incisivilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte şi film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului (fig. 113).

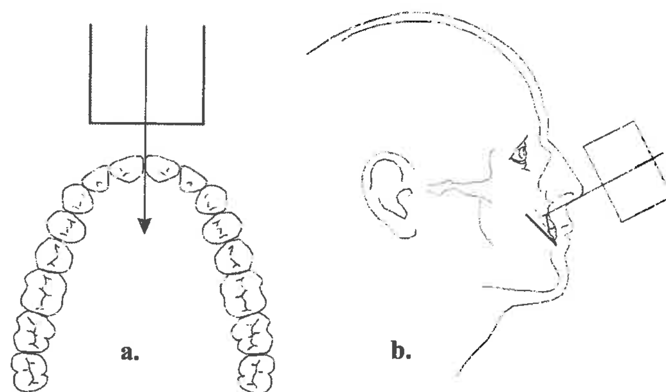


Figura 113 a, b. Poziţionarea corectă a filmului, pacientului şi razei centrale pentru grup frontal superior.

1.b. Poziţionarea pentru caninii superiori

Poziţia capului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul - în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul - filmul dentar (3x4) este vertical cu marginea inferioară care depăşeşte cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforaţia filmului în colţul din stânga jos.

Menţinerea filmului - cu policele sau indexul mâinii opuse caninului radiografiat sau cu un dispozitiv de susţinere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinţilor;

Conul localizator - are o înclinaţie de 50° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinţii au o înclinaţie vestibulară marcată şi palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 50°. Raza centrală este orientată către apexul caninului de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte şi film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziţionări se poate utiliza ca reper linia dusă de la vârful caninului la pupila ochiului opus. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imaginară (fig. 114).

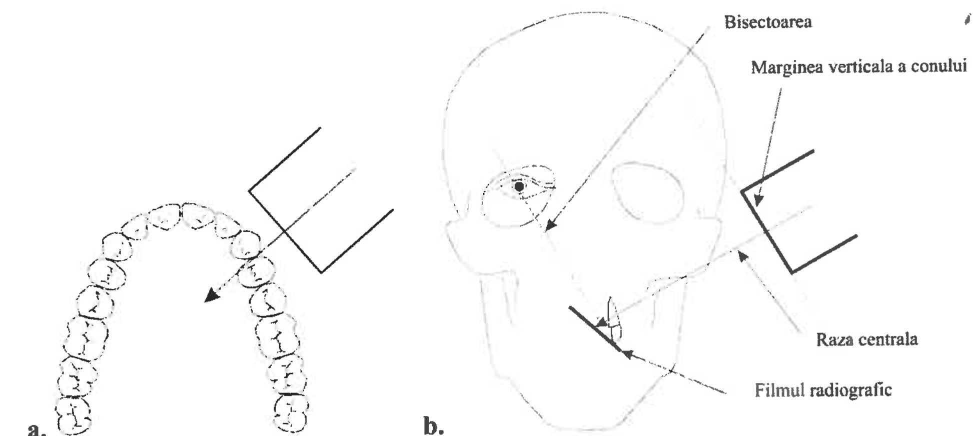


Figura 114 a, b. Poziţionarea pentru caninul superior

Deoarece apexul caninului este localizat la aripa nasului, conul localizator trebuie să prezinte o orientare în plan orizontal cât mai aproape posibil de spaţiul dintre cuspid şi primul bicuspid. Capul conului localizator nu trebuie poziţionat prea departe pentru că imaginea caninului nu va mai apare în radiografie.

1.c. Poziţionarea pentru premolarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea inferioară care depăşeşte cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforaţia filmului în colţul din dreapta jos.

Menţinerea filmului - cu policele sau indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susţinere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinţilor. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat în exces printr-o apăsare prea mare pe palat.

Conul localizator - are o înclinaţie de 40° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinţii au o înclinaţie vestibulară marcată şi palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 40°. Raza centrală este orientată către apexul premolarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte şi film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziţionări se poate utiliza ca reper linia dusă de la cuspidul vestibular al primului premolar la baza nasului, respectiv nazion. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imaginară (fig.115).

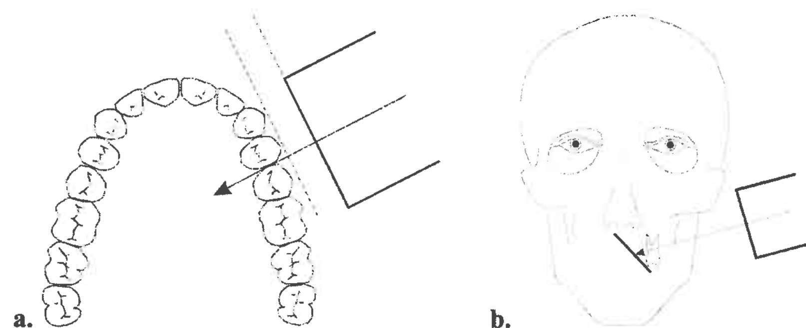


Figura 115 a, b. Poziţionarea corectă a filmului, pacientului şi razei centrale pentru premolarii superiori.

Poziţionarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, operatorul aflat în spatele conului localizator sau în faţa acestuia. În primul caz conul este poziţionat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între cei doi premolari. Dacă aceştia nu sunt vizibili se ridică puţin comisura bucală. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în faţa pacientului priveşte linia formată de suprafeţele vestibulare ale premolarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului, raza centrală fiind direcţionată între premolari.

1.d. Poziţionarea pentru molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea inferioară care depăşeşte cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Marginea posterioară a filmului este plasată puţin peste tuberozitatea maxilei. Perforaţia filmului este în colţul din dreapta jos.

Menţinerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susţinere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinţilor. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat în exces printr-o apăsare prea mare pe palat.

Conul localizator - are o înclinaţie de 30° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinţii au o înclinaţie vestibulară marcată şi palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 30°. Raza centrală este orientată către apexul molarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte şi film.

Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului.

Poziţionarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, operatorul aflat în spatele conului localizator sau în faţa acestuia. În primul caz conul este poziţionat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între molarul 1 si molarul 2. Dacă aceştia nu sunt vizibili se ridică puţin comisura bucală. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în faţa pacientului priveşte linia formată de suprafeţele vestibulare ale molarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului localizator, raza centrală fiind direcţionată între primii 2 molari. Conul localizator se apropie de tegumente pe linia de proiecţie a apexurilor în dreptul unghiului extern al orbitei.

1.e. Poziţionarea pentru incisivii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar şi cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea superioară care depăşeşte cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforaţia filmului este în colţul din stânga sus.

Menţinerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susţinere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinţilor. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planşeu.

Conul localizator – se înclină –25° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la –30° când dinții au o înclinație vestibulară și la –20° când dinții au o poziție verticală.

1.f. Poziționarea pentru caninii inferiori (fig. 116)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este vertical, cu marginea superioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină –20° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe linia apexurilor, lateral de protuberanța mentonieră. Se corectează unghiul de înclinație a conului la –25° când dinții au o înclinație vestibulară și la –15° când dinții au o poziție verticală.

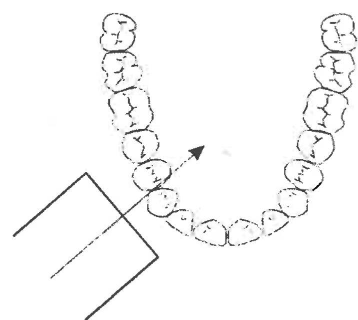


Figura 116. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru caninii inferiori.

1.g. Poziționarea pentru premolarii inferiori (fig. 117)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal, cu marginea superioară care depășește cu 2-3 mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea și centrat pe premolarul 2. Pacientul are limba coborâtă și retractată. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină –15° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către rădăcina premolarului 2. Conul este plasat pe linia apexurilor raza centrală pătrunzând la nivelul apexului protuberanței mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la –20° când dinții au o înclinație vestibulară și la –10° când dinții au o poziție verticală.

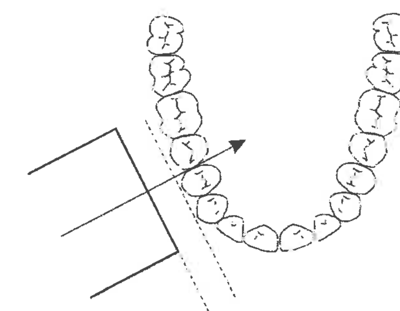


Figura 117. Poziționarea corectă a filmului, pacientului și razei centrale pentru premolarii inferiori.

1.h. Poziționarea pentru molarii inferiori (fig. 118)

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

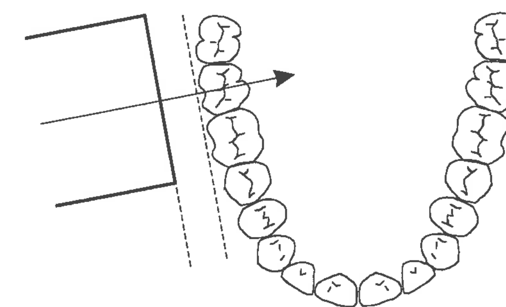


Figura 118. Poziționarea corectă pentru molarii inferiori.

Filmul – filmul dentar (3x4) este orizontal centrat pe molarul 2 cu marginea superioară care depășește cu 2-3mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din dreapta sus.

Menținerea filmului - cu indexul mâinii opuse regiunii de radiografiat sau cu un dispozitiv de susținere a filmului aplicat la nivelul marginii incizale a dinților. Trebuie avut grijă ca filmul să nu fie curbat excesiv printr-o apăsare prea mare pe planșeu.

Conul localizator – se înclină între –5 și –10° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul

semicercului imaginar constituit de mandibulă, centrat pe molarul 2. Conul este plasat aproape de unghiul mandibulei.

7.1.2. Tehnica planurilor paralele

Tehnica planurilor paralele (fig. 119) se caracterizează prin faptul că raza centrală este perpendiculară pe axul lung al dintelui şi pe planul filmului, solidarizat la conul localizator cu ajutorul unui sistem de susţinere a filmului. Se realizează astfel condiţii ideale pentru o ortogonalitate perfectă între fascicul şi film sau senzor, in radiologia dentară digitală.

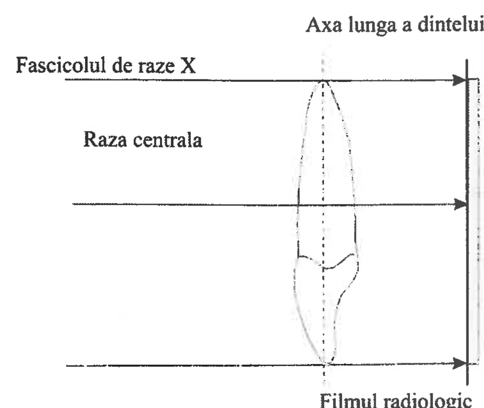


Figura 119. Tehnica planurilor paralele.

Această ultimă tehnică, aparent dificilă atât pentru pacient cât şi pentru operator, are avantaje numeroase: absenţa deformărilor dentare, lipsa proiecţiei structurilor vecine, vizualizarea perfectă a laminei dura şi a crestei alveolare.

Un bilanţ dentar complet, realizat prin una din tehnicile retroalveolare, este alcătuit dintr-o serie de clişee al căror număr depinde de vârsta pacientului (în medie 14 filme). Filmele de 2x3 cm pot varia până la 6 pentru copilul cu dentiţie temporară. La adult se utilizează filme de 3x4 cm, numărul variind de la 14 la 21.

În funcţie de informaţiile pe care le dorim se pot realiza alte incidenţe (ex: căutarea numărului de rădăcini), dar cel mai bine este să se realizeze filme în incidenţe laterale oblice, mezo- sau disto-excentrice, care permit degajarea structurilor ce se suprapun peste structurile dentare şi fac dificilă interpretarea radiografiilor.

Sistemele de susţinere a filmului/ senzorului la nivelul conului localizator deşi au forma şi materialele diferite, au patru componente de bază:

- **suport de susţinere a filmului** în poziţie paralelă cu axul lung al dintelui şi care împiedică îndoirea filmului,
- **piesa bucală** care muşcată de pacient în timpul expunerii stabileşte o poziţie fermă a dinţilor în raport cu filmul radiologic,

- **inel sau disc de centrare** care este un dispozitiv de indicare a razei centrale a fascicolului de raze X. În unele cazuri discul de centrare este realizat din plumb şi poate asigura o colimare suplimentară prin intermediul unei ferestre de formă şi dimensiunea filmului dentar.
- **tija culisantă** ce permite situarea permanentă a filmului pe direcţia inelului de centrare.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfăşurării examenului, la fel ca la tehnica bisectoarei, explicând că: tehnica nu este dureroasă, necesită imobilitatea strictă a capului pacientului în timpul expunerii, necesită evitarea mobilizării limbii şi a mişcărilor de deglutiţie, necesită utilizarea şorţului plumbat de radioprotecţie, necesită îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podoabă aplicate în zona de radiografiat, necesită o prealabilă analiză a conformaţiei cavităţii bucale şi a zonei de radiografiat pentru a realiza poziţionarea sistemului de susţinere a filmului radiologic.

La pacienţii anxioşi, emotivi, traumatizaţi sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranţă la un corp străin: filmul radiologic şi piesa bucală.

Filmul radiologic dentar va fi plasat în suportul de susţinere, cu faţa către fasciculul de radiaţii şi care va trebui poziţionat paralel cu axul lung al dintelui.

În vederea realizării unor imagini corecte trebuie realizate următoarele etape:

1) alegerea corectă a ansamblului suport de susţinere - film dentar.

- Pentru incisivii şi caninii maxilarului şi mandibulei se foloseşte suportul de susţinere anterior care va folosi filme cu dimensiunea 22x35mm. Ele vor fi orientate cu axul lung vertical.
- Pentru premolarii şi molarii maxilarului şi mandibulei se foloseşte suportul de susţinere posterior pentru partea dreaptă sau stângă a arcadei. Dimensiunea filmelor va fi de 31x41mm şi vor fi orientate cu axul lung pe direcţia orizontală.
- La mandibulă filmele verticale de la canini şi incisivi vor avea perforaţia în colţul din stânga sus, către planul ocluzal. Filmele orizontale folosite pentru premolarii şi molarii mandibulari vor avea perforaţia în colţul din dreapta dus.

2) poziţionarea capului – se fixează capul în tetieră cu planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

3) poziţionarea pacientului în poziţie şezând, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

4) poziţionarea filmului – aceasta este dată de poziţia sistemului de susţinere care este amplasat în funcţie de regiunea de examinat.

2.a. Poziţionarea pentru incisivii şi canini superiori

Filmul dentar nr.1 (22x35 mm) este poziţionat vertical în suportul de susţinere de tip anterior. Poziţionarea se face posterior la o distanţă de dinte astfel încât filmul să se potrivească înălţimii palatului dur.

2.b. Poziţionarea pentru premolarii şi molarii superiori

Filmul dentar nr. 2 este pus orizontal în suportul de susţinere de tip posterior drept sau stâng. Între piesa bucală şi dinţii mandibulei se poate plasa un rulou de tifon care să asigure poziţionarea filmului în spatele dinţilor de radiografiat.

Marginea superioară a filmului aflat în suportul de susţinere este plasată aproximativ la nivelul porţiunii mediane a palatului în funcţie de înălţimea sa.

Se verifică paralelismul filmului cu axul lung al dinţilor şi centrarea filmului la nivelul celui de al doilea premolar sau molar în funcţie de grupul dinţilor radiografiaţi.

2.c. Poziţionarea pentru incisivii şi caninii inferiori

Filmul dentar nr. 1 este poziţionat vertical în suportul de susţinere de tip anterior. Între piesa bucală şi dinţii maxilarului superior se poate plasa un rulou de tifon care să asigure poziţionarea filmului în spatele incisivilor centrali.

Marginea inferioară a filmului aflat în suportul de susţinere este plasată la nivelul planşeului în faţa frenului lingual. Pentru a ajunge în această poziţie filmul este introdus paralel cu planşeul cavităţii orale şi apoi este ridicat în poziţie verticală timp în care se va cere pacientului să ridice şi să relaxeze limba.

Verificarea paralelismului filmului cu axul lung al dinţilor şi centrarea filmului pe linia mediană, între incisivi sau între incisivul lateral şi canin, funcţie de dinţii de radiografiat.

2.d. Poziţionarea pentru premolarii şi molarii inferiori

Filmul dentar nr. 2 este poziţionat orizontal în suportul de susţinere de tip posterior drept sau stâng. Între piesa bucală şi dinţii mandibulei se poate plasa un rulou de tifon care să asigure poziţionarea filmului în spatele dinţilor de radiografiat.

Marginea inferioară a filmului aflat în suportul de susţinere este plasată în sulcusul lingual în dreptul dinţilor.

Se verifică paralelismul filmului cu axul lung al dinţilor şi centrarea filmului la nivelul celui de al doilea premolar sau molar în funcţie de grupul dinţilor radiografiaţi.

- Sistemul de susţinere al filmului este rotit astfel încât dinţii de radiografiat să atingă piesa bucală. Pacientul trebuie să muşte uşor piesa bucală şi ruloul de tifon pentru a asigura o poziţionare fermă a filmului.
- Alinierea conului localizator cu tija culisantă în plan vertical şi orizontal prin apropierea inelului de centrare până la 12 mm de suprafaţa regiunii de radiografiat.

7.1.3. Dificultăţi frecvent întâlnite în realizarea radiografiilor periapicale

Nu de puţine ori poziţionarea corectă a filmului dentar retroalveolar este dificilă datorită:

- impedimetelor locale, anatomice sau patologice,
- dificultăţii pacientului de a se obişnui cu plasarea intraorală a filmul radiologic.

În aceste condiţii particulare, destul de rar întâlnite este nevoie de adaptarea tehnicilor de realizare a radiografiilor periapicale descrise anterior.

În practica curentă cele mai frecvente dificultăţi întâlnite sunt la:

- poziţionarea filmului pentru molarii superiori şi molarul 3 mandibular,
- poziţionarea filmului la pacienţii cu anumite particularităţi anatomice (boltă palatină adâncă sau aplatizată, planşeu bucal în poziţie înaltă, fren lingual scurt),
- poziţionarea filmului la pacienţii cu anumite condiţii patologice locale (torus, tumori, chisturi),
- poziţionarea filmului la pacienţii cu reflex de vomă exagerat,
- poziţionarea filmului la pacienţii care sunt în tratament endodontic,
- poziţionarea filmului la copii de vârste mici,
- poziţionarea filmului la pacienţii parţial edentaţi,
- poziţionarea filmului la pacienţii cu dizabilităţi.

Probleme legate de poziţionarea filmului la molarii superiori şi inferiori

1) Poziţionarea corectă pentru molarii superiori

De multe ori constatăm pe radiografiile retroalveolare realizate cu tehnica bisectoarei, suprapunerea proeminenţei arcului zigomatic peste apexurile molarilor superiori. Aceasta constituie un impediment major în interpretarea radiografiilor şi se datorează înclinării sub un unghi de 30° a conului localizator.

Le Master a corectat acest defect al imaginii radiografice introducând procedeul care îi poartă numele. El constă în introducerea unui rulou de vată între film şi coroana molarilor de explorat. În acest fel se măreşte unghiul dintre axul dintelui şi film, realizând aproape un paralelism între cele 2 axe. Conul localizator va fi înclinat cranio-caudal sub un unghi de 10°. El se apropie de tegumente pe linia de proiecţie a apexurilor în dreptul unghiului extern al orbitei, pe sub arcada zigomatică.

Imaginea radiografică obţinută este izometrică, cu apexurile molarilor bine vizibile dar cu rădăcinile egale, astfel încât rădăcina palatinală nu se diferenţiază de rădăcina vestibulară.

2) Poziţionarea corectă pentru molarul 3 inferior

Sunt cazuri în care molarul 3 inferior este situat aproape orizontal la nivelul arcadei dentare, iar rădăcinile sale sunt greu de vizualizat în totalitate pe radiografia periapicală.

Pentru a elimina acest inconvenient trebuie ca filmul dentar să fie plasat cât de posterior posibil pentru ca apexurile rădăcinilor molarului 3 şi canalul dentar inferior să poată fi vizualizate.

Pentru a putea realiza acest deziderat se pot folosi drept soluţii:

a) folosirea unui suport de fixare a filmului dentar,

b) realizarea a două radiografii pentru molarul 3, fiecare având o altă înclinare a conului localizator.

a) Suportul de fixare a filmului poate fi reprezentat de:

- un suport din plastic, special construit şi comercializat care poate fi sterilizat,
- un suport pensă, tip Péan, cu sau fără aripioară metalică, uşor de sterilizat.

Folosind aceste suporturi poziţionarea se realizează astfel:

- filmul se prinde în pensă de marginea superioară, astfel încât faţa filmului să fie perpendicular pe marginea superioară a suportului sau pe aripioara de metal a pensei;
- filmul fixat în suport, se introduce orizontal în cavitatea orală, având faţa anterioară orientată superior;
- când este aşezat cât mai posterior posibil se roteşte cu faţa anterioară spre coroana molarului 3;
- pacientul este rugat să închidă gură şi să ţină suportul cu mâna opusă regiunii de radiografiat;
- conul localizator este aşezat pe linia apexurilor, respectiv în dreptul unghiului de 90° care se realizează între filmul plasat în dreptul molarului 3, la 1 cm de marginea inferioară a mandibulei şi o linie verticală coborâtă de la nivelul marginii externe a orbitei; raza centrală având o înclinaţie uşoară cranio-caudală, de 5°.

b) Se pot folosi şi două incidenţe diferite pentru molarul 3, fiecare având o altă înclinare a conului localizator:

- filmul este poziţionat cu ajutorul suportului cât mai posterior posibil;
- conul localizator este poziţionat la 1cm de marginea inferioară a mandibulei, în dreptul verticalei coborâte de la unghiul orbitei, având raza centrală orientată la 5°, cranio-caudal, în spaţiul dintre molarul 2 şi 3. Imaginea radiografică obţinută are inconvenientul că amputează apexurile molarului 3, dar vizualizează raporturile cu molarul 2 (fig. 120 a);
- în a doua incidenţă filmul are aceeaşi amplasare, dar conul localizator este poziţionat posterior, raza centrală are o orientare de 5° dar disto-excentrică în raport cu molarul 2; Imaginea obţinută are inconvenientul că amputează coroanele molarilor 1 şi 2 dar vizualizează apexurile molarului 3 şi raportul cu canalul dentar inferior (fig. 120 b).

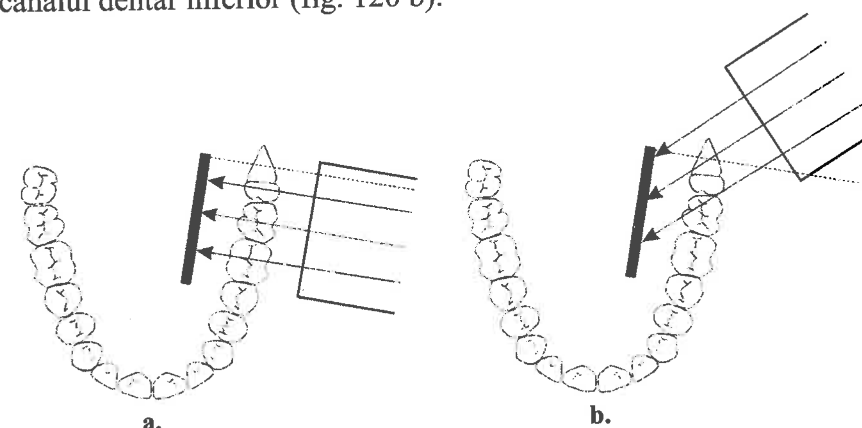


Figura 120. Poziţionarea conului şi a razei centrale în cazul radiografierii molarului 3 situat orizontal.

Poziţionarea filmului la pacienţii cu anumite particularităţi anatomice

Particularităţile anatomice cel mai frecvent întâlnite în practică şi care necesită folosirea unor remedii pentru poziţionarea corectă a filmului dentar sunt: bolta palatină adâncă sau aplatizată, planşeu bucal în poziţie înaltă, frenul lingual scurt.

În cazul în care pacientul prezintă o boltă palatină adâncă şi îngustă apar dificultăţi în realizarea radiografiei incisivilor superiori prin tehnica planurilor paralele.

Soluţiile pentru acest inconvenient constau în:

- folosirea de filme înguste de 2x4 cm, care se folosesc separat pentru incisivii centrali şi respectiv pentru incisivii laterali, deci realizăm tehnica planurilor paralele cu încă 2-3 expuneri suplimentare;

- folosirea de filme de 3x4cm şi a tehnicii bisectoarei pentru grupul incisivilor centrali, dar având grijă ca să creştem cu 5° unghiul de înclinare a razei centrale la pacienţii cu retrodenţie şi cu 10° la pacienţii cu prodenţie;
- pentru pacienţii boltă înaltă pentru molarii exploraţi prin tehnica bisectoarei, trebuie să folosim o corecţie a unghiului de înclinare a razei centrale de –5°.

Dacă **bolta palatină** este aplatizată apar dificultăţi în realizarea radiografiilor prin tehnica planurilor paralele, motiv pentru care se recurge la utilizarea tehnicii bisectoarei.

Cu toate acestea unghiul mare dintre dinte şi film datorată palatului coborât impune creşterea cu 5° a unghiul de înclinare a razei centrale la pacienţii cu retrodenţie şi cu 10° la pacienţii cu prodonţie, ajungând astfel la 50°-55°.

Dacă planşeul bucal prezintă o conformaţie specifică pot exista dificultăţi în poziţionarea corectă a filmului când:

- există o constricţie excesivă a muşchilor coborâtori ai mandibulei,
- apare o poziţie înaltă a planşeului bucal,
- frenul lingual este scurt constituţional.

Constricţie excesivă a muşchilor coborâtori ai mandibulei în momentul deschiderii gurii pentru poziţionarea filmului în contact cu mucoasa planşeului bucal poate determina reacţii de opoziţie din partea pacientului.

Soluţia constă în folosirea unui suport de susţinere a filmului care permite introducerea filmului când gura este întredeschisă, spaţiul dintre arcade fiind de 1-2 cm. Muşchii coborâtori ai mandibulei fiind relaxaţi şi planşeul detensionat, suportul cu filmul este introdus iniţial orizontal între arcade şi apoi orientat retroalveolar, profund intraoral sub limbă pentru tehnica planurilor paralele.

În cazul în care pacientul nu tolerează această poziţie profund intraorală se imprimă filmului fixat în suport o poziţie retroalveolară, ca pentru tehnica bisectoarei.

În ambele tehnici pacientul muşcă suportul cu filmul dentar iar centrarea se va face pe verticală, pe proiecţia la piele a apexurilor, perpendicular pe film, în tehnica planurilor paralele sau pe bisectoarea unghiului dintre dinte şi film, în tehnica bisectoarei.

Când frenul lingual este scurt constituţional este dificil de radiografiat incisivii inferiori prin tehnici retroalveolare.

Soluţiile pe care le putem folosi constau în:

- folosirea tehnicii bisectoarei, incidenţa Cieszynski- Dieck, dar plasând filmul parţial retroalveolar şi cu ½ postero-inferioară deasupra vârfului limbii,
- folosirea tehnicii bisectoarei, incidenţa Belot plasând filmul ocluzal.

În cazul utilizării incidenţei Cieszynski- Dieck:

- vârful limbii va fi lipit de planşeul bucal;

- filmul poate fi fixat în suportul de susţinere sau menţinut cu ajutorul indexului, având marginea inferioară şi faţa dorsală în contact cu 1/3 anterioară a limbii;
- centrarea în plan vertical va fi către apexul incisivilor cu o înclinare ascendentă a razei centrale cu 5° mai mult decât înclinarea normală;
- timpul de expunere şi kilovoltajul vor fi uşor mărite pentru a contrabalansa interpunerea limbii între film şi dinţi.

În cazul utilizării incidenţei Belot:

- filmul 3/4cm sau 4/5cm este plasat orizontal şi ţinut în ocluzie cu 2/3 intraoral şi 1/3 extraoral;
- centrarea în plan vertical va fi în sens caudo-cranial, către apexul incisivilor, cu o înclinare ascendentă a razei centrale de 45°.

Poziţionarea filmului la pacienţii cu anumite condiţii patologice locale

În practica curentă uneori întâlnim afecţiuni cum sunt torus, chisturi sau tumori.

Explorarea dinţilor aflaţi în vecinătate sau incluşi în unele din aceste afecţiuni necesită adaptarea tehnicilor de radiografiere periapicală.

Torusul palatin şi mandibular sunt hiperplazii osoase sau exostoze benigne situate în centrul bolţii palatine sau pe faţă linguală a mandibulei. Prin imposibilitatea de plasare a filmului profund intraoral ele impun ca soluţie folosirea incidenţei Cieszynski- Dieck sau Belot.

Chisturile sau tumorile benigne sau maligne atunci când au o dezvoltare excentrică intraorală impun realizarea unei tehnici cu film ocluzal în incidenţă Belot sau Simpson. Trebuie avută în vedere că tumefierea şi edemul părţilor moi alături de aceste procese tumorale sau chistice impun o creştere a timpului de expunere şi a kilovoltajului pentru a evita obţinerea unor imagini subexpuse, lipsite de contrast.

Poziţionarea filmului la pacienţii traumatizaţi

Leziunile traumatice ale dinţilor, maxilarelor şi părţilor moi sunt uneori însoţite de agitaţie, tremurături şi obnubilare. Pentru a putea realiza radiografii periapicale la aceşti pacienţi este nevoie de o prealabilă ameliorare a stării de agitaţie a pacientului, de utilizarea unor filme sensibile (E, E+) şi de o mărire a timpului de expunere, pentru a compensa edemul părţilor moi.

Prezenţa trismusului sau a lipsei de cooperare a pacientului impun realizarea unei incidenţe ocluzale Belot.

Poziţionarea filmului la pacienţii cu reflex de vomă exagerat

Nu de puţine ori poziţionarea filmului la unii pacienţi declanşează reflexul de vomă, mai ales pentru regiunea molarilor superiori sau inferiori.

Soluţiile pe care le putem aplica constau în:

- adoptarea de către asistentul care execută filmul a unei atitudini precise şi optimiste, de combatere a anxietăţii;
- în timpul poziţionării filmului pacientul este invitat să respire pe nas;
- se începe cu radiografierea grupului dinţilor frontali, pentru a câştiga încrederea pacientului, urmată de regiune dinţilor laterali;
- se evită pe cât posibil atingerea palatului moale şi a porţiunii dorsale a limbii;
- în caz de eşec se recurge la folosirea unui anestezic local înaintea poziţionării.
- unii autori recomandă şi metode de reducere a stimulilor tactili prin:
- poziţionarea rapidă şi precisă a filmului plasat în suportul de susţinere;
- realizarea unei expuneri rapide după o poziţionare corectă a conului;
- iar în caz de eşec cu declanşarea vomei recurgerea la:
  1) percuţia de 3-4 ori a regiunii temporale a pacientului;
  2) utilizarea unui film "anti-vomă", film dentar păstrat la rece care diminuă atenţia pacientului;
  3) atingerea de către pacient a unui obiect dur sau ridicarea mâinii;
  4) masarea regiunii temporale bilateral;
  5) menţinerea unui cub de gheaţă în gură şi înghiţirea apei reci;
  6) aplicarea unei soluţii sărate pe vârful limbii.

Când toate aceste metode nu sunt utile se recurge la radiografii ocluzale în incidenţă Belot.

Poziţionarea filmului la pacienţii care sunt în tratament endodontic

La pacienţii care efectuează radiografii în timpul tratamentului endodontic, având acele pe canal apar unele dificultăţi constând în:

- menţinere a filmului când folosim tehnica planurilor paralele
- identificarea şi separarea canalelor rădăcinilor,
- stabilirea lungimii canalelor rădăcinilor în cazul radiografiilor alungite sau scurtate.

Pentru depăşirea acestor dificultăţi pot fi folosite următoarele soluţii:

- utilizarea unor dispozitive speciale de susţinere a filmelor, unele dintre acestea prezentând şi un coş ce permite adaptarea dispozitivului la prezenţa acelor în canalele rădăcinilor.

- realizarea a cel puţin două radiografii dintre care una în poziţie mezio sau distoexcentrică pentru separarea rădăcinilor
- utilizarea tehnicii planurilor paralele înaintea tratamentului edodontic şi măsurarea pe radiografia obţinută a lungimii rădăcinilor şi aprecierea lungimii acestora pe filmele realizate ulterior.

Realizarea radiografiilor periapicale la copii

Principalele probleme care apar la realizarea radiografiilor periapicale la copii constau în:

- existenţa la copii a sentimentului de teamă faţă de medici şi asistenţi sau faţă de aparatura din laboratorul de radiologie. Această teamă este mai mare în cazul în care radiografiile se efectuează în cadrul cabinetului de medicină dentară,
- apariţia reflexului de vomă în momentul poziţionării intraorale a filmului dentar,
- imposibilitatea realizării tehnicii planurilor paralele la copii de vârste mici,
- dimensiunile mici ale cavităţii orale care îngreunează poziţionarea filmului dentar mai ales în vecinătatea molarilor.

Aceste probleme pot fi depăşite prin aplicarea următoarelor soluţii:

- asigurarea unei atmosfere calme, plină de bunăvoinţă din partea personalului medical care execută radiografia. În plus trebuie să se explice copilului cât mai pe înţelesul său modul în care se va realiza radiografia, precizându-se faptul că acest examen este similar realizării unei fotografii, în acest caz a dinţilor.
- pentru a convinge copilul că examenul este nedureros se poate simula realizarea unei radiografii la unul dintre părinţii care însoţeşte copilul sau la alt copil care este mai mare şi care a realizat deja radiografia.
- permiţând copilului să examineze filmul radiologic dentar şi aparatul cu care se realizează radiografiile se poate micşora teama şi starea de nelinişte a copilului.
- în vederea diminuării reflexului de vomă se recomandă folosirea tuturor metodelor de combatere a acestui reflex descrise anterior pentru adulţi şi în plus se vor utiliza filme radiologice cu dimensiuni mici 2/3 cm sau 2/4 cm pentru a reduce contactul marginilor filmului cu mucoasa bucală, cu gingia sau cu limba. Se vor folosi de asemenea filme cu sensibilitate maximă pentru a reduce timpul de expunere.
- deoarece bolta palatină este joasă iar planşeul bucal este puţin coborât, susţinerea intraorală a filmelor este realizată de copil şi se foloseşte tehnica

bisectoarei (Cieszynski-Dieck) la care unghiul de înclinare a razei centrale este mai mare cu 5° față de înclinația în cazul adulților pentru fiecare grup de dinți. La preșcolari se poate folosi metoda bisectoarei în incidența Belot în care filmul este în poziție ocluzală și la care unghiul de înclinare a razei centrale este mai mare cu 5° față de înclinația în cazul adulților pentru fiecare grup de dinți. Incidența poate fi folosită atât pentru regiunea dinților frontali cât și a molarilor (fig. 121).

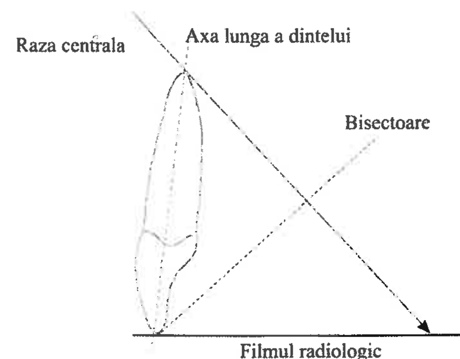


Figura 121. Tehnica Belot pentru incisivii superiori.

7.1.3. Tehnica bitewing (interproximală)

Această tehnică permite realizarea de radiografii dentare selective, care evidențiază cariile interproximale, mai dificil de depistat la examenul clinic. Tehnica clasică utilizează un film radiologic de 2,7x 5,4 cm, prevăzut cu aripioară, care va servi ca mijloc de fixare a acestuia în interiorul cavității orale. Raza centrală este ușor înclinată cranio-caudal de la 6° la 10° în raport cu planul de ocluzie.

Cele mai cunoscute utilizări ale acestei tehnici sunt: depistarea cariilor aproximale, mai ales a celor de smalț precavitare, depistarea cariilor aproximale radiculare, decelarea modelului de evoluție al cariilor ocluzale (cariile ocluzale ascunse), aprecierea prezenței cariilor secundare sau recidivate, aprecierea morfologiei septului interdentar.

Principii teoretice

Pentru acesta tehnică folosim filme care prezintă aripioara plasată la mijlocul filmului, paralelă cu marginile inferioară și superioară a acestuia.

În cazul folosirii dispozitivelor de centrare, care plasează filmul în centrul fasciculului și asigură perpendicularitatea razei centrale pe centrul filmului, se evită riscul excluderii din fascicul a unei porțiuni din film.

- Plasarea filmului cu aripioare cu axul lung orizontal pentru regiunea premolarilor și molarilor și cu axul lung vertical pentru grupul incisivi-canini,

- Poziționarea feței posterioare a dinților în contact strâns cu fața filmului dentar,
- Realizarea paralelismului dintre fața posterioară a dinților și fața filmului dentar folosind, de multe ori, două filme separate, pentru regiunea molarilor și premolarilor în raport cu forma arcului dentar (fig. 122),

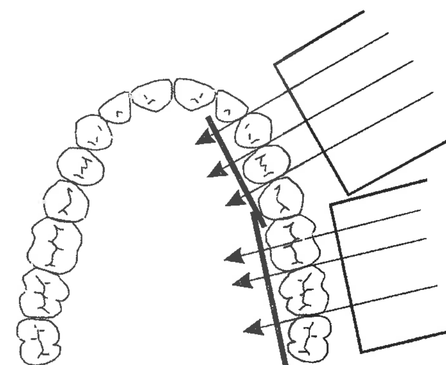


Figura 122. Aplicarea tehnicii Bitewing folosind doua filme separate

- Orientarea în plan orizontal a conului localizator astfel încât raza centrală să treacă sub un unghi drept prin film și dinte și să acopere întreaga suprafață a filmului radiologic,
- Orientarea în plan vertical a conului localizator astfel încât raza centrală să facă un unghi de 5-8° față de orizontală pentru a compensa curba lui Monson.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului. Astfel se va asigura pacientul că: se asigură o imobilitate strictă a capului pacientului în timpul expunerii, se evită mobilizării limbii și a mișcărilor de deglutiție, se utilizarea șorțului plumbat de radioprotecție, după îndepărtarea ochelarilor, protezelor dentare mobile, protezelor auditive, sau ale obiectelor metalice de podoabă aplicate în zona de radiografiat, se analiză și conformația cavității bucale și a zonei de radiografiat pentru a realiza corect înclinarea în plan vertical și orizontal a conului localizator.

La pacienții anxioși, emotivi, traumatizați sau la copii, o pregătire psihologică minimă este necesară pentru a elimina efectul de intoleranță la un corp străin: filmul radiologic.

Filmul radiologic dentar va fi plasat retroalveolar, cu fața către fasciculul de radiații și cu aripioara între suprafețele ocluzale.

Se vor folosi filme cu aripioare de dimensiuni ce corespund categoriei de vârstă a pacientului. Pentru copii sub 12 ani se vor folosi filme cu aripioare de 22x35 mm. La

copii la care s-a produs eruperea celui de al doilea molar permanent se pot folosi filme cu aripioare de 31x41 mm. Pentru adulţi se vor folosi filme cu aripioare de 22x35 mm, 31x41 mm şi ocazional filme de 27x54 mm.

Tehnica bitewing are două variante: una la care pacientul ţine filmul în ocluzie muşcând aripioara (în acest caz poziţionarea conului localizator se realizează din ochi) şi o a doua care foloseşte un sistem de poziţionare a filmului cu aripioare, fapt care uşurează poziţionarea conului localizator.

Poziţionarea pacientului

Poziţia capului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical.

Pacientul – în poziţie şezând, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar cu aripioară este poziţionat de obicei orizontal şi mult mai rar vertical pentru regiunea premolarilor şi molarilor. Operatorul va introduce filmul ţinut între index şi police în şanţul lingual opus dinţilor posteriori. Marginea anterioară a filmului va fi poziţionată în vecinătatea marginii distale a caninului în timp ce marginea posterioară a filmului ajunge de obicei posterior de porţiunea mezială a molarului 3. *Menţinerea filmului* – Pacientul ţine filmul în ocluzie muşcând ferm aripioara. De cele mai multe ori nu se folosesc sisteme de susţinerea filmelor. În ultimul timp se încearcă folosirea acestor sisteme pentru a uşura poziţionarea nearbitrară a conului localizator.

Conul localizator – are o înclinaţie de 5-8° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Raza centrală este orientată perpendicular pe axul dintelui şi film.

Deoarece în timpul poziţionării, după ce pacientul a închis gura, filmul nu mai poate fi văzut, pentru a evita apariţia unor zone neexpuse, pentru poziţionarea conului localizator se recomandă luarea ca reper a colţului gurii. Marginea verticală a conului trebuie să fie în dreptul acestui reper.

Avantajele tehnicii

- preţ de cost scăzut,
- tehnica este simplă şi uşor de realizat de către operator,
- poate fi folosită cu uşurinţă la copii,
- nu există pericol de răspândire a infecţiilor deoarece aripioarele sunt de unică folosinţă,
- evidenţiază cele mai mici modificări ale limbusului alveolar.

Dezavantajele tehnicii

- În absenţa sistemului de susţinere a filmului, operatorul alege din ochi poziţiile pe verticală şi orizontală ale conului localizator,
- Radiografia nu este perfect reproductibilă şi de aceea nu poate fi folosită pentru aprecierea evoluţiei cariilor,
- Erori de poziţie pe orizontală a conului localizator şi de direcţionare a razei centrale,
- Filmul poate fi deplasat cu uşurinţă de mişcările limbii.

7.2. Tehnici ocluzale

Tehnicile ocluzale folosesc un film sau o mică casetă intraorală plasată în plan ocluzal şi muşcat de către pacient. Se utilizează filme cu dimensiuni de 5,5x7,5 cm sau dimensiuni apropiate (4x5 cm, 3x4 cm la copii).

În funcţie de orientarea fasciculului de raze X, incidenţele pot fi:

- *disocluzale*
  - oblice mediane: *tehnica Belot*, folosită în cazul suprapunerii rădăcinii palatinale a molarilor superiori;
  - oblice postero-laterale: *tehnica Bonneau*, folosită pentru căutarea litiazei sau a calcificărilor glandelor submandibulare şi *tehnica Balters*.
- *ortogonale*, perpendiculare:- *tehnica Simpson*.

7.2.1. Tehnica Belot

Această tehnică care utilizează filmul plasat în plan ocluzal iar raza centrală perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul dintelui şi planul ocluzal rămâne utilă în cazul pacienţilor cu trismus, cu anchiloză temporo-mandibulară sau cu reflex exagerat de vomă.

Imaginile radiografice obţinute sunt comparabile cu cele obţinute prin radiografii retro-alveolare pentru apexurile dentare şi regiunea periapicală, dar inexacte pentru patologia parodonţiului marginal.

Tehnica Belot foloseşte principiul bisectoarei care constă în:

- menţinerea filmului ocluzal cât mai aproape de dinţii de radiografiat, dar fără a curba filmul,
- evaluarea teoretică pentru fiecare grup de dinţi de radiografiat a unghiului format între axul lung al dintelui şi axul lung al filmului dentar plasat ocluzal,
- înclinarea conului localizator sub un anumit unghi, astfel ca raza centrală (RC) să fie orientată către apexurile dentare, perpendiculară pe bisectoarea unghiului dintre axul lung al dintelui şi filmul radiologic,

- obținerea imaginii dinților radiografiați cu dimensiuni și proporții egale cu ale dinților studiați se realizează utilizând principiul triunghiurilor egale,
- datorită unghiului mare dintre axul lung al dintelui și film fidelitatea imaginii radiologice este diminuată în raport cu filmul retroalveolar.

Principii de realizare

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfășurării examenului.

Filmul radiologic dentar va fi plasat între fețele ocluzale ale arcadelor dentare, cu fața către fasciculul de radiații.

Marginea inferioară a filmului dentar va depăși cu 10mm planul cuspidian pentru a avea în imagine și coroana dinților radiografiați.

Filmele se poziționează după identificarea perforației de pe fața posterioară astfel încât perforația este mereu spre planul cuspidian. Pentru maxilar se folosesc 3 filme: unul pentru grupul incisivilor și caninilor, care au perforația în colțul din dreapta jos și 2 pentru premolarii și molarii maxilarului cu perforația în colțul din stânga jos.

Pentru o corectă înclinație față de verticală a conului localizator este necesar ca:
- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziție orizontală,
- conul localizator sa fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginară trasată la maxilarul superior între aripa nasului și tragus, iar la mandibulă la 1 cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului și lobul urechii.

1.a. Poziționarea pentru incisivii și caninii superiori

Poziția capului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5cm) este ocluzal, cu marginea inferioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din dreapta jos.

Conul localizator – are o înclinație de 65° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie, dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și rădăcini care par lungi, 50° dacă dinții au axul mare vertical și rădăcinile par scurte. Raza centrală este orientată deasupra vârfului nasului, către apexul incisivilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului.

1.b. Poziționarea pentru premolarii și molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical și bărbia trasă ușor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5cm) este ocluzal, cu marginea inferioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului în colțul din stânga jos.

Conul localizator - are o înclinație de 55° cranio-caudală în raport cu planul de ocluzie. Dacă dinții au o înclinație vestibulară marcată și palatul este coborât se adaugă 5°. Dacă palatul este înalt se scad 5° din unghiul de 55°. Raza centrală este orientată către apexul premolarilor de radiografiat, perpendicular pe bisectoarea unghiului dintre dinte și film. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu bisectoarea unghiului. Pentru realizarea acestei poziționări se poate utiliza ca reper linia dusă de la cuspidul vestibular al primului premolar la baza nasului, respectiv nazion. Marginea verticală a conului localizator trebuie să fie paralelă cu această linie imaginară.

Poziționarea pe orizontală poate fi realizată în două moduri, în funcție de dinții afectați: premolari sau molari. În primul caz conul este poziționat pe orizontală astfel încât raza centrală să fie plasată între cei doi premolari. În cel de al doilea caz, operatorul aflat în fața pacientului privește linia formată de suprafețele vestibulare ale molarilor care trebuie să fie paralelă cu marginea orizontală a conului, raza centrală fiind direcționată între molari.

1.c. Poziționarea pentru incisivii și caninii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal și planul sagital vertical;

Pacientul – în poziție șezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar și cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu marginea superioară care depășește cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Perforația filmului este în colțul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 55° în sens caudo-cranial față de planul de ocluzie. Înclinarea față de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere. Se corectează unghiul de înclinație a conului la 55° când dinții au o înclinație vestibulară și la 50° când dinții au o poziție verticală.

1.d. Poziţionarea pentru premolarii şi molarii inferiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul în extensie rezemat de tetiera unitului dentar şi cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu marginea superioară care depăşeşte cu 10mm marginea ocluzală, dar fiind paralelă cu ea. Filmul va fi deplasat mult spre posterior, până când se opreşte în marginea anterioară a ramurii ascendente. Pacientul are limba coborâtă şi retractată. Perforaţia filmului este în colţul din dreapta sus.

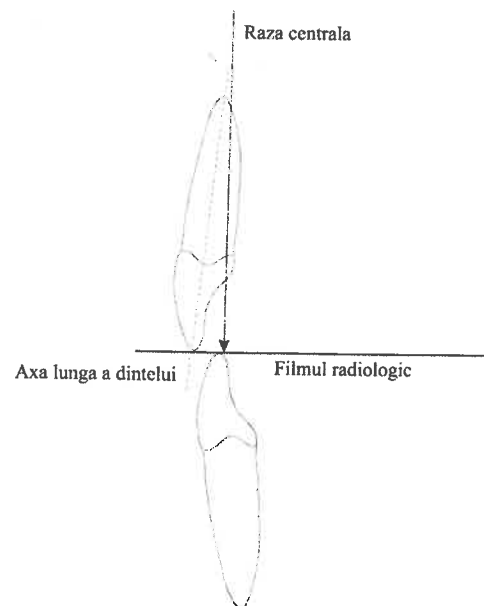
Conul localizator – se înclină –45° în sens caudo-cranial faţă de planul de ocluzie. Înclinarea faţă de orizontală a conului este îndreptată către rădăcina premolarului 2 sau a molarului 2, în funcţie de dintele afectat. Conul este plasat pe linia apexurilor raza centrală pătrunzând la nivelul apexului protuberanţei mentoniere. Se corectează unghiul de înclinaţie a conului la –50° când dinţii au o înclinaţie vestibulară şi la –40° când dinţii au o poziţie verticală.

Ca variante la tehnica Belot sunt *incidenţele Balters şi Bonneau.*

Incidenţa Balters este o incidenţă transorbitară, cu film muşcat, folosită pentru înlăturarea suprapunerii apofizei zigomatice şi a pereţilor sinusali de apexurile celui de al treilea molar. Dezavantajul incidenţei constă în iradierea directă a cristalinului.

Incidenţa Bonneau este o incidenţă disocluzală postero-laterală utilă în cercetarea litiazei sau calcificărilor din glandele submandibulare.

7.2.2. Tehnica Simpson



Această tehnică orto-ocluzală la care filmul ocluzal este muşcat de către pacient, are raza centrală perpendiculară pe film şi pe planul de ocluzie (fig. 123). Imaginea radiologică pe care o obţinem reprezintă o proiecţie a dinţilor în lungul axei lor, sub forma unui cerc radio-opac cu un punct radio-transparent central reprezentat de canalul radicular. În prezent tehnica rămâne utilă în completarea tehnicilor retro-alveolare pentru analiza leziunilor osoase ale suprafeţelor vestibulare şi orale, leziunilor tumorale şi chistice, corpilor străini radio-opaci sau căilor false post-tratament endodontic.

Figura 123. Principiul tehnicii Simson.

Principii teoretice

Tehnica Simpson foloseşte filmul plasat orizontal, paralel cu planul de ocluzie, în contact cu marginile incizale şi suprafeţele triturante, iar raza centrală este perpendiculară pe film.

Pacientul va fi pregătit de către asistentul care realizează radiografia prin explicarea succintă a desfăşurării examenului.

Filmul radiologic dentar va fi plasat între feţele ocluzale ale arcadelor dentare, cu faţa către fasciculul de radiaţii. Marginea inferioară a filmului dentar va depăşi cu 10mm planul cuspidian. În această tehnică se folosesc 6 filme 4x5 cm sau 2 filme 5,5x7,5 cm pentru radiografierea dinţilor maxilarului şi mandibulei.

Pentru o corectă înclinaţie faţă de verticală a conului localizator este necesar ca:

- planul ocluzal al arcadei de examinat a pacientului să fie în poziţie orizontală,
- conul localizator sa fie centrat pe linia apexurilor, o linie imaginară trasată la maxilarul superior între aripa nasului şi tragus, iar la mandibulă la 1cm deasupra marginii bazilare între vârful mentonului şi lobul urechii.

2.a. Poziţionarea pentru incisivii şi caninii superiori

Poziţia capului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinţii care muşcă la jumătatea marginii inferioare, dar fiind paralelă cu ea.

Conul localizator – este aşezat mediosagital, cu o înclinaţie de 90° cranio-caudal în raport cu planul de ocluzie, iar raza centrală este orientată la nivelul glabelei, perpendiculară pe film. În cazul aparatelor mici (50 kV şi 5 mA) conul se orientează perpendicular pe film la jumătatea nasului, la nivelul suturii oaselor proprii ale nasului cu piramida cartilaginoasă. Dacă dintele de radiografiat este caninul, conul localizator este orientat cranio-caudal la tegumentele de deasupra fosei canine şi cu raza centrală perpendiculară pe film.

2.b. Poziţionarea pentru premolarii şi molarii superiori

Capul pacientului – Planul de ocluzie orizontal şi planul sagital vertical;

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul rezemat de tetiera unitului dentar sau cu capul vertical şi bărbia trasă uşor în piept;

Filmul – filmul dentar (4x5 sau 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinţii care muşcă la jumătatea marginii superioare. Filmul va fi împins posterior până la marginea anterioară a ramului vertical al mandibulei. Perforaţia filmului este în colţul din stânga jos.

Conul localizator - este aşezat mediosagital, cu o înclinaţie de 90° cranio-caudal în raport cu planul de ocluzie, iar raza centrală este orientată la nivelul unghiului extern al orbitei.

2.c. Poziţionarea pentru incisivii şi caninii inferiori

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul mult în extensie rezemat de tetiera unitului dentar şi cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5cm, 5,5x7,5 cm) este ocluzal, cu dinţii care muşcă la jumătatea marginii superioare. Perforaţia filmului este în colţul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 95° în sens caudo-cranial faţă de planul de ocluzie. Înclinarea faţă de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul simfizei mentoniere.

2.d.Poziţionarea pentru premolarii şi molarii inferiori

Pacientul – în poziţie şezândă, cu capul în hiperextensie, rezemat de tetiera unitului dentar şi cu gura larg deschisă;

Filmul – filmul dentar (4x5 cm, 5,5x7,5 cm) este plasat ocluzal, cu dinţii care muşcă la jumătatea marginii superioare.

Filmul este poziţionat mult posterior până la marginea anterioară a ramurii ascendente. Perforaţia filmului este plasată mezial în colţul din dreapta sus şi distal în colţul din stânga sus.

Conul localizator – se înclină 85° în sens caudo-cranial faţă de planul de ocluzie. Înclinarea faţă de orizontală a conului este îndreptată către centrul semicercului imaginar constituit de mandibulă. Conul este plasat pe mijlocul ramului orizontal al mandibulei, cu raza centrală în spaţiul cuprins între premolarul 2 şi molarul 1.

Înclinarea de aproximativ 30° a razei centrale spre mezial proiectează molarul 3 spre porţiunea distală şi internă a filmului dentar.

Capitol XX

ATRIBUŢIILE ŞI COMPETENŢELE PROFESIONALE ALE ASISTENTULUI DE RADIOLOGIE

C. Zaharia, Ana Magdalena Bratu

Asistentul medical de radiologie are drept competenţe principale: radiografierea pacientului, developarea filmelor, asistarea medicului la examenele de radiologie. De asemenea, această funcţie presupune competenţe administrative, de organizare a propriei activităţi şi de comunicare cu personalul medical şi cu pacienţii.

Din această listă de competenţe profesionale, rezultă că activitatea asistentului de radiologie este concentrată pe:

- Competenţe generale la locul de muncă
- Activităţi de radiologie
- Activităţi de administraţie
- Planificarea activităţii proprii
- Protecţia mediului

Competenţe generale la locul de muncă

Sunt competenţe generale, legate de locul de muncă specific, dar şi ale oricărui asistent medical. Este vorba despre:

- Aplicarea normelor de protecţie a muncii şi de securitate contra incendiilor.

Legislaţia şi normele de protecţie a muncii trebuie cunoscute şi însuşite în conformitate cu specificul locului de muncă. Este vorba atât de legislaţia generală, dar şi de cea specifică activităţii cu radiaţii ionizante (NSR). Echipamentul de protecţie din dotare este identificat corect şi rapid pentru conformitate cu regulamentele în vigoare. Echipamentul de protecţie este întreţinut şi păstrat cu responsabilitate în conformitate cu procedura specifică a locului de muncă. Însuşirea clară şi corectă a procedurilor de protecţie a muncii se realizează prin participarea la instructajul periodic de protecţie, efectuat atât în laborator de către medicul radiolog cât şi general, organizat şi efectuat de unitatea sanitară şi medicul de medicina muncii.

Asistentul de radiologie trebuie să se asigure că întreaga activitate este efectuată în condiţii de securitate şi în conformitate cu NPSI. Procedurile PSI sunt însuşite prin instructaje periodice, dar şi prin aplicaţii practice organizate de responsabilul PSI din unitatea sanitară. Echipamentele de stingere a incendiilor din dotare sunt utilizate cu rapiditate şi cu competenţă pentru eliminarea pericolelor ivite la locul de muncă. Echipamentele de stingere a incendiilor pot fi: hidranţi, extinctoare, lopeţi, nisip, târnăcoape, găleţi.

Măsurile de prim ajutor sunt însuşite cu corectitudine. Trebuie cunoscute şi aplicate procedurile de urgenţă şi de evacuare. Accidentul apărut este semnalat prin contactarea cu promptitudine a personalului din serviciile abilitate.

- Asigurarea condiţiilor igienico - sanitare generale în cabinetul de radiologie

Urmărirea realizării igienizării generale şi a curăţeniei în spaţiile de lucru se realizează de către asistentul de radiologie. Spaţiile de lucru sunt aerisite natural şi / sau prin instalaţii de climatizare şi ventilaţie. Efectuarea curăţeniei în spaţiile de lucru este solicitată persoanei abilitate să o realizeze. Spaţiile de lucru sunt curăţate şi igienizate la sfârşitul programului şi ori de câte ori este nevoie. Aparatele şi instrumentele sunt menţinute în stare de curăţenie şi integritate. Instrumentele şi aparatele sunt dezinfectate după fiecare utilizare, conform normelor igienico - sanitare.

Dezinfecţia este efectuată la sfârşitul programului şi ori de câte ori este nevoie. Asistentul, verificat de medicul radiolog, trebuie să se asigure că metoda de dezinfectare este cea corespunzătoare tipului de aparat / instrument utilizat în departamentul de radiologie. De asemenea el trebuie să verifice concentraţia soluţiilor chimice dezinfectante care să fie cea standard.

- Comunicarea interactivă la locul de muncă

Nu este specifică locului de muncă, ci intră în obligaţiile generale ale oricărui asistent medical. Ea se face sub supravegherea medicului şef. Criteriile de realizare sunt:

a. Metoda de comunicare este utilizată corespunzător situaţiei date pentru transmiterea şi primirea corectă şi rapidă a informaţiilor.

b. Transmiterea şi primirea informaţiilor este efectuată permanent cu respectarea raporturilor ierarhice şi funcţionale.

c. Limbajul utilizat este specific locului de muncă pentru primirea şi transmiterea informaţiilor cu corectitudine.

d. Modul de adresare utilizat este concis şi politicos.

e. Întrebările utilizate sunt pertinente şi logice pentru obţinerea de informaţii suplimentare şi clarificări.

f. Opiniile proprii sunt susţinute cu argumente clare prin intervenţii prompte şi logice.

g. Participarea la discuţii în grup este efectuată prin sprijinirea şi respectarea opiniilor şi drepturilor celorlalţi colegi.

h. Problemele sunt discutate şi rezolvate când este posibil, printr-un proces agreat şi acceptat de toţi membrii grupului.

i. Divergenţele apărute sunt comunicate deschis şefului direct pentru rezolvarea cu promptitudine a acestora în scopul desfăşurării activităţii în mod fluent.

- Dezvoltarea profesională

Criteriile de realizare a acestui deziderat sunt:

a. Necesitatea dezvoltării profesionale este identificată prin autoevaluare sau de către şefii ierarhici.

b. Necesitatea perfecţionării profesionale este identificată în raport cu calitatea rezultatelor muncii efectuate.

c. Tematica cursurilor de instruire / perfecţionare este adecvată necesităţilor de pregătire identificate.

d. Literatura de specialitate este consultată periodic pentru asigurarea unui volum de informaţii noi, necesare creşterii calităţii activităţii.

e. Cunoştinţele dobândite sunt aplicate în activitatea curentă în scopul creşterii calităţii rezultatelor muncii.

- Efectuarea muncii în echipă

Este o cerinţă generală pentru orice asistent medical şi se realizează prin:

a. Identificarea rolurilor specifice muncii în echipă.
b. Rolurile sunt identificate în conformitate cu informaţiile despre lucrare.
c. Atribuţiile sunt prelucrate în funcţie de indicaţiile şefului direct.
d. Sugestiile sunt furnizate cu claritate şi cu promptitudine.
e. Formele de comunicare sunt utilizate în funcţie de activitatea desfăşurată.
f. Problemele sunt rezolvate printr-un proces agreat şi acceptat de toţi membrii echipei.
g. Munca în echipa este efectuată cu sprijinirea şi respectarea drepturilor celorlalţi colegi.
h. Acordarea de asistenţă este cerută atunci când este cazul.

Activităţi de radiologie

Reprezintă atribuţiunile şi activităţile specifice pe care le prestează asistentul de radiologie la solicitarea şi sub supravegherea medicului radiolog. Sunt reprezentate

de asistarea medicului la examenele radiologice, pregătirea şi protejarea pacientului, prepararea materialelor necesare examinării radiologice, radiografierea pacientului, realizarea radiografiei din punct de vedere tehnic şi utilizarea aparaturii radiologice.

Pregătirea pacientului pentru examinare se realizează astfel:

a. Pacientul este informat cu promptitudine despre examenul pe care îl va efectua.

b. Pacientul este pregătit din punct de vedere psihologic, explicându-i-se senzaţiile / reacţiile pe care le poate avea pe parcursul examinării.

c. Pacientul este verificat dacă îndeplineşte condiţiile specifice pentru examinare.

Radiografierea pacientului

Reprezintă o succesiune de operaţii, care, efectuate în ordine şi corect conduc la realizarea unor radiografii de calitate şi evitarea iradierii excesive a pacientului. Aceste operaţiuni sunt:

a. Înregistrarea pacientului.
b. Alegerea filmului radiologic, ţinând cont că dimensiunea filmului este aleasă în funcţie de zona care va fi radiografiată, iar filmul ales îndeplineşte condiţiile de utilizare.
c. Delimitarea fasciculului de raze: fasciculul de raze este delimitat în funcţie de zona de radiografiat la dimensiunea minimă necesară, pentru protejarea pacientului.
d. Reglarea parametrilor de expunere la panoul de comandă al aparatului.
e. Poziţionarea pacientului: pacientul este poziţionat corect în funcţie de examenul radiologic şi de starea lui fizică. Poziţionarea se face şi cu ajutorul materialelor auxiliare, specific tipului de examinare.
f. Executarea radiografiei:

Executarea radiografiei se face cu respectarea timpilor prevăzuţi. Operaţiunea se face cu rapiditate, imediat după ce pacientul a fost poziţionat şi pregătit. Protejarea pacientului se face cu mijloace de protecţie care corespund standardelor de utilizare. Mijloacele de protecţie sunt alese în funcţie de vârsta pacientului. Sunt protejate, în mod special, conform reglementărilor specifice, persoanele tinere, copiii şi femeile în perioada fertilă.

g. Înregistrarea dozei de radiaţie absorbită de pacient (dacă aparatul este dotat corespunzător). În cazul mai multor expuneri succesive la aceeaşi examinare se va notifica doza totală.

h. Developarea filmului.

i. Înscrierea datelor de identificare ale pacientului pe film.
j. Prezentarea filmului pentru interpretare medicului radiolog
k. Asistarea pacientului până când acesta părăseşte camera de examinare.

ATENŢIE:

Asistentul de radiologie efectuează expuneri radiografice NUMAI la indicaţia şi sub supravegherea medicului radiolog!

Rolul asistentului în efectuarea examinării fluoroscopice

a. Înregistrarea pacientului

b. Pregătirea pacientului pentru examinare

c. Prepararea substanţei de contrast (conform indicaţiilor medicului radiolog). Concentraţia şi cantitatea substanţei de contrast corespund tipului examenului şi stării pacientului. Modul de administrare a substanţei de contrast este în funcţie de tipul examenului. Substanţa de contrast este preparată, pentru fiecare pacient, în momentul începerii examinării. Substanţele folosite îndeplinesc condiţiile de utilizare şi sunt preparate respectând toate normele de asepsie şi antisepsie.

d. Asistarea şi poziţionarea pacientului pe parcursul examinării (dacă este necesar)

e. Înregistrarea dozei de radiaţie absorbită de pacient

f. Asistarea pacientului până când acesta părăseşte camera de examinare.

ATENŢIE:

Orice examinare fluoroscopică se face NUMAI de către medicul radiolog!

Realizarea radiografiei din punct de vedere tehnic

a. Relevarea filmului este efectuată la temperatura standard şi cu respectarea normelor de timp prevăzute.

b. Soluţia de relevare îndeplineşte condiţiile de utilizare.

c. Filmul este spălat la jet continuu de apă.

d. Imaginea radiologică este obţinută în camera obscură, la tipul de filtru adecvat.

e. Imaginea este fixată în camera obscură, la tipul de filtru adecvat.

f. Soluţia de fixare îndeplineşte condiţiile de utilizare.

g. Filmul este spălat cu atenţie pentru îndepărtarea produselor chimice.

h. Filmul este uscat în dispozitive speciale.

Utilizarea aparaturii radiologice

a. Aparatele sunt verificate la începutul programului.
b. Alimentarea cu curent electric a aparatelor este corect verificată.
c. Defecţiunile constatate sunt semnalate cu promptitudine medicului radiolog şi serviciului tehnic.
d. Aparatele sunt supravegheate periodic sau permanent.
e. Este supravegheată funcţionarea aparatelor la parametrii stabiliţi.
f. Abaterile parametrilor stabiliţi sunt corectate cu promptitudine.
g. Completează şi ţine evidenţa în registrul de maintenanţă a aparaturii.

Activităţi de administraţie

În afara efectuării examenelor radiografice şi de asistare a medicului radiolog asistentul de radiologie trebuie să îndeplinească şi o serie de activităţi de ordin administrativ. Acestea sunt:

- Aprovizionarea cu substanţe şi materiale de radiologie
- Centralizarea datelor din documentele de evidenţă
- Completarea documentelor specifice activităţii de radiologie

Aprovizionarea cu substanţe şi materiale de radiologie

Estimarea necesarului de substanţe şi materiale sanitare necesare laboratorului este una din sarcinile administrative pe care asistentul de radiologie trebuie să o facă periodic sau ori de câte ori este nevoie. Necesarul de substanţe şi materiale este estimat în funcţie de consumul constant şi de tipul examenelor radiologice. Estimarea se face consultându-se cu medicul radiolog şi în raport cu bugetul aferent laboratorului de radiologie. La sosirea substanţelor şi materialelor solicitate asistentul de radiologie este obligat să facă recepţia tuturor materialelor. Recepţia se face pe baza documentelor specifice de livrare. Materialele şi substanţele sunt verificate cantitativ şi calitativ prin comparare cu specificaţiile documentaţiei de livrare.

Materialele şi substanţele sunt manipulate cu atenţie pentru evitarea deteriorării acestora şi a accidentelor. Ele sunt depozitate în condiţii optime de accesibilitate. Condiţiile de depozitare sunt cele specificate de furnizori pentru fiecare tip de materiale şi substanţe.

Sunt considerate materiale: filme, casete, folii întăritoare de imagine, consumabile, medicamente pentru prim ajutor, iar substanţe: soluţii pentru developat, substanţe de contrast, soluţii dezinfectante.

Centralizarea datelor din documentele de evidenţă

Pentru realizarea acestui deziderat se începe cu colectarea datelor din documentele de evidenţă. Sunt colectate toate datele înscrise în condica de cabinet şi care se referă la consumul de materiale. Datele sunt colectate periodic în intervalul de timp prevăzut pentru această activitate.

După colectarea datelor se procedează la întocmirea documentelor centralizatoare. Acestea sunt întocmite în funcţie de tipul materialului consumat şi de tipul activităţii radiologice.

Documentele sunt întocmite periodic, la intervale prevăzute.

Completarea documentelor specifice activităţii de radiologie

Documentele specifice sunt: condica de cabinet sau foaia de observaţie a pacientului.

Date înregistrabile:

- date personale ale pacientului
- diagnosticul pacientului
- zona de radiografiat
- numărul filmelor consumate
- numărul expunerilor aparatului
- doza de iradiere încasată de pacient
- intoleranţele declarate de pacient pentru administrarea substanţei de contrast
- fişele de consimţământ ale pacientului la procedurile la care urmează a fi supus.

Planificarea activităţii proprii

a. Sarcinile sunt identificate în totalitate, astfel încât să fie asigurat un flux normal al activităţii.
b. Sarcinile sunt analizate stabilind priorităţile şi gradul de complexitate.
c. Etapele de realizare a activităţii sunt stabilite corect astfel încât să corespundă complexităţii acesteia şi timpului alocat.
d. Etapele activităţii sunt stabilite cu atenţie identificând fazele şi ordinea de desfăşurare pe priorităţi.
e. Programul de lucru este întocmit cu atenţie ţinând cont de etapele stabilite astfel încât să fie acoperite toate activităţile.
f. Programul este întocmit flexibil, astfel încât să se ţină cont de urgenţele medicale.

Protecţia mediului

În afara măsurilor de ordin general de protecţie a mediului, asistentul de radiologie operează cu materiale şi substanţe care au un circuit special.

Pentru protecţia mediului asistentul trebuie să ia următoarele măsuri:

- Soluţiile şi materialele uzate sunt colectate în recipiente speciale.
- Soluţiile şi materialele uzate sunt colectate în totalitate.
- Depozitarea soluţiilor şi materialelor uzate se face astfel:
- Soluţiile şi materialele uzate sunt depozitate în spaţii special amenajate.
- Flacoanele şi fiolele cu substanţe de contrast utilizate sunt depozitate timp de 24 ore.
- Soluţiile şi materialele uzate sunt depozitate separate şi în condiţii de securitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Aldescu C. Radiologie pentru studenţi şi medici stomatologi. Ed. Polirom, Iaşi, 1998.
2. Aldescu C, Haba D, Moldovanu A, Moldovanu E. Radiografia dentară digitalizată - metodă modernă de diagnostic. Medicina stomatologică, 2002:1;2(supliment):311-316.
3. Badea RI, Dudea SM, Mircea PA, Stamatian F. Tratat de ultrasonografie clinica, Ed Medicală, Bucureşti, 2009, ISBN 978-973-39-0618-6.
4. Bhargava SK. Ultrasonography: Basic principles and clinical applications, Ed. Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi, 2002, ISBN 81-7179-877-2.
5. Cavézian R, Pasquet G. Tehniques de radiologie dentaire, Encycl. Med. Chir, Paris, Squelette normal, 30850 A10, 18, 1992.
6. Cordoliani YS, Foehrenbach H. Radioprotection en milieu medical, Ed. Masson, Paris, 2005, ISBN 2-294-05475-X
7. Curhan GC. Prevention of contrast nephropathy. JAMA 2003;289:606.
8. Donnelly LF. Pediatric imaging - Introduction to Pediatrics Diagnostic Imaging, Pediatrics, 2005 : XXII-XXVI.
9. Georgescu SA, Zaharia C. Radiologie şi Imagistică Medicală – Manual pentru începători, Ed. Universitară „Carol Davila", Bucureşti, 2003.
10. Grancea V. Radiologie Medicală, Ed. Medicală, 1990.
11. Haba D. Tehnici imagistice de explorare a masivului facial, Ed. „Gr.T.Popa" Iaşi, 2008.
12. Heywang-Köbrunner SH, Schreer I. Imagerie diagnostique du sein (2nd ed), Elsevier Masson SAS, Paris, 2007, ISBN 2-294-01790-0.
13. Hoffer EK, Bloch RD. Percutaneous arterial closure devices. J Vasc Interv Radiol 2003;14:865.
14. Kandarpa K, Aruny JE (eds). Handbook of Interventional Radiologic Procedures, Boston, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:3.
15. Kastler B. Să înţelegem IRM, ed. Medmun, 2002.
16. Kessel D, Robertson I. Interventional Radiology: A Survival Guide (3rd ed), Elsevier, New York, 2011.
17. Kopans DB: Breast Imaging (2nd ed), Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1998, ISBN 0-397-51302-X.
18. Login S. Tehnică radiologică dentară, Ed. Universul, Bucureşti, 2000.
19. Lungeanu M. Manual de tehnică radiologică, Ed. Medicală, Bucureşti, 1988.
20. Thomas KC, Owens C. The paediatric abdomen, Suten Textbook of Radiology and Imaging, 2008: 849-884.
21. Valji K. Vascular and Interventional Radiology (2nd), Saunders Elsevier, Philadephia, 2006.
22. Walker TG.Diagnostic Imaging: Interventional Procedures, Amirsys / Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2012.
23. ***, Norme de securitate radiologică în practicile de radiologie de diagnostic şi radiologie intervenţională: NSR 11, Monitorul Oficial al României nr. 924, 2003.
24. ***, Normele de securitate radiologică – Proceduri de autorizare: NSR 03, Monitorul Oficial al României nr. 764 bis, 2001.